

UDC

天津市工程建设标准

DB

P

DB/T29-103-XXXX

备案号J10470-XXXX

# 天津市钢筋混凝土地下连续墙 施工技术规范

Technical specification for construction of  
reinforced concret diaphragm wall in tianjin  
(修订征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

天津市住房和城乡建设委员会 发布

天津市工程建设标准

天津市钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范

**Technical specification for construction of reinforced  
Concret diaphragm wall in tianjin**

DB/T29-103-20XX

J10470-20XX

主编单位：天津市地质工程勘测设计院有限公司  
天津市津勘岩土工程股份有限公司

批准单位：天津市住房和城乡建设委员会

施行日期：2026年XX月XX日

2026 天 津

# 前 言

本规程是根据《市住房城乡建设委关于公布2024年度天津市工程建设地方规程复审结果的通知》（津住建设函〔2024〕293号），天津市地质工程勘测设计院有限公司会同有关设计、施工、研究和教学单位，在《天津市钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》DB/T29-103-2018的基础上修订而成。

在修订过程中，编制组开展了专题研究，总结了多年来天津地区的地下连续墙施工实践，对地下连续墙施工全过程作了大量的调研和论证，吸纳了地下连续墙新的研究成果，并广泛征求了天津市有关设计、施工等单位的意见，经多次修改完成了本规程的修订。

本规程主要技术内容包括1总则、2术语、3基本规定、4施工准备与设备、5导墙和槽壁加固、6泥浆、7成槽、8接头、9钢筋笼制作与吊装、10混凝土灌注与墙底注浆、11预制地下连续墙、12质量检测、13质量验收、14质量缺陷处理、15绿色施工。

本规程修订的主要技术内容是：

1.增加了相关术语、成槽检验的频率要求、泥浆测试的频率要求、槽壁加固、橡胶带接头、含玻璃纤维筋的钢筋笼的制作及吊装、预制地下连续墙等的施工技术要求。

2.调整完善了地下连续墙施工的基本规定；导墙施工的技术要求；不同成槽工艺的施工技术要求 圆弧形接头、十字钢板接头、工字型钢接头、套铣接头的施工技术要求；混凝土抗压强度试件和永久性地下连续墙混凝土抗渗试件的检测数量规定。

本规程由天津市住房和城乡建设委员会负责管理，由天津市地质工程勘测设计院有限公司负责具体技术内容的解释。在本规程执行过程中，如有意见和建议，请联系天津市地质工程勘测设计院有限公司（天津市南开区红旗南路261号，邮编：300191，E-mail：23698467@163.com），以供今后修订时参考。

主编单位：天津市地质工程勘测设计院有限公司  
天津市津勘岩土工程股份有限公司

参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

# 目 录

1 总 则 .....	1
2 术 语 .....	2
3 基本规定 .....	4
4 施工准备 .....	5
5 槽壁加固与导墙 .....	7
6 泥浆 .....	10
6.1 一般规定 .....	10
6.2 泥浆制备 .....	10
6.3 泥浆处理 .....	12
7 成 槽 .....	13
7.1 一般规定 .....	13
7.2 成槽 .....	14
7.3 刷壁及清基 .....	16
7.4 质量控制 .....	16
8 接 头 .....	18
8.1 一般规定 .....	18
8.2 接头管（箱）施工 .....	18
8.3 橡胶止水接头 .....	20
8.4 十字钢板接头 .....	21
8.5 工字钢板接头 .....	22
8.6 套铣接头 .....	24
9 钢筋笼制作及吊装 .....	26
9.1 钢筋笼制作 .....	26
9.2 吊 装 .....	26
10 混凝土 .....	28
10.1 一般规定 .....	28

10.2	混凝土灌注 .....	28
10.3	墙底注浆 .....	29
11	预制地下连续墙 .....	31
11.1	一般规定 .....	31
11.2	墙体制作 .....	31
11.3	墙体运输和堆放 .....	32
11.4	墙体吊装 .....	32
11.5	接头施工 .....	33
11.6	槽壁注浆 .....	34
12	质量检测 .....	36
12.1	成槽检测 .....	36
12.2	墙体混凝土质量完整性检测 .....	36
13	质量验收 .....	38
13.1	一般规定 .....	38
13.2	导 墙 .....	39
13.3	成 槽 .....	40
13.4	钢筋笼制作和安装 .....	41
13.5	混凝土 .....	44
14	质量缺陷处理 .....	47
15	绿色施工 .....	49
15.1	职业健康与安全 .....	49
15.2	环境保护 .....	50

# 1 总 则

**1.0.1** 为加强钢筋混凝土地下连续墙施工过程控制，保证施工质量安全，做到技术先进、经济合理、保护环境、节约资源，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于天津地区工业与民用建筑、市政、地铁、人防、港口等工程基坑支护结构、主体结构的钢筋混凝土地下连续墙施工。

**1.0.3** 在天津地区粘性土、粉土、淤泥质土、砂性土、砂卵砾石等地层中，采用抓斗式、回转式、铣削式以及其他成槽机械成槽，施工深度一般小于等于 70m，地连墙厚度选择 600mm~1600mm 的钢筋混凝土地下连续墙施工，应符合本规程的规定。

**1.0.4** 钢筋混凝土地下连续墙施工，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 钢筋混凝土地下连续墙 underground reinforced concrete diaphragm wall

使用各种成槽机械，借助于泥浆护壁作用，在地下开挖出一定厚度与深度的沟槽，在其中置入钢筋笼并灌注混凝土或插入钢筋混凝土预制构件，形成一道具有防渗（水）、挡土和承重功能的连续的地下墙体，这种地下墙体即是钢筋混凝土地下连续墙。可分为：

#### 1 临时性地下连续墙：

仅用于基坑支护或其它挡土结构使用的地下连续墙。

#### 2 永久性地下连续墙：

既作为基坑支护结构，也作为永久性结构使用的地下墙体。

### 2.0.2 导墙 guide wall

沿钢筋混凝土地下连续墙两侧修筑的具有足够强度、刚度和精度，起到挡土、导向、支撑荷载、存储泥浆和测量基准作用的，两道平行于钢筋混凝土地下连续墙轴线的临时构筑物，称为导墙。其中导墙表面部分称为导墙的展翼，导墙的竖直段称为直形墙，导墙竖直段下端向外伸出的分支称为墙趾。

### 2.0.3 单元槽段 wall panel

地下连续墙施工前，预先沿墙体水平长度方向将其划分为若干长度的施工段，这种施工段称为单元槽段。

### 2.0.4 槽壁加固 reinforcement on both sides of trench

对浅层软弱土、砂土等土层或异型槽段，成槽前对地下连续墙两侧土体进行加固的施工方法。

### 2.0.5 槽孔 panel trough

在钢筋混凝土地下连续墙施工中，为灌注混凝土或下放预制墙体结构而挖掘的狭长深槽，称为槽孔。

### 2.0.6 试成槽 experimental troughing construction



钢筋混凝土地下连续墙在施工前，为核对地层资料，检验所选设备、施工工艺及技术要求是否合适而进行的试验性成槽施工。

### **2.0.7 泥浆 slurry**

膨润土、粘土颗粒或化学制剂分散在水中所形成的悬浮液叫做泥浆，在成槽施工时起护壁、携带泥渣、冷却钻头的作用。

### **2.0.8 泥皮 filter skin**

成槽施工时泥浆在自身压力和重力作用下向地层渗透，部分膨润土或粘土微小颗粒附着在槽壁上形成的泥膜，称为泥皮。

### **2.0.9 泥浆制备 slurry preparation**

采用回转式搅拌机或高速喷射式搅拌机将泥浆材料与水按配合比充分搅拌，并贮存于泥浆池（罐）中的过程，称为泥浆制备。

### **2.0.10 施工接头 panel joint**

施工钢筋混凝土地下连续墙时，两个相邻单元槽段的纵向连接构造称为施工接头，包括钢板接头、接头管、套铣接头等多型式。

### **2.0.11 沉渣 sediment**

钢筋混凝土地下连续墙成槽后，淤积于槽孔底部的非原状沉淀物。

### **2.0.12 刷槽 brushing the trench**

成槽后使用刷壁器对已完成槽段的连接面进行清刷。

### **2.0.13 清槽 panel trench cleaning**

成槽施工结束后，清除沉积于槽孔底部泥渣的工作称为清槽。

### **2.0.14 墙底注浆 bottom grouting**

以一定压力将适当水灰比的水泥浆液注入墙体底部，使水泥浆液渗透扩散，与墙底周边上下一定范围内土体发生物化反应固结，形成密实的、坚固的水泥土，以提高钢筋混凝土地下连续墙的承载力或墙底防渗性能，这种施工工艺叫做墙底注浆。

### **2.0.15 泥浆循环再生 slurry recycling**

对废弃泥浆进行固液分离、除砂除渣、性能恢复的过程。

### 3 基本规定

**3.0.1** 钢筋混凝土地下连续墙施工过程中必须确保周边环境及各类建（构）筑物和基础设施的安全。

**3.0.2** 特殊工种（电工、焊工及起重机作业人员等）必须持证上岗，机电设备应由专人操作，操作时应遵守操作规程。

**3.0.3** 施工过程中的安全应符合《建筑施工安全检查标准》JGJ59的规定。

**3.0.4** 施工现场临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规程》JGJ46的规定。

**3.0.5** 施工现场环境保护应符合《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ146的规定。

**3.0.6** 废土、废渣、废泥浆的处置应符合天津市环保部门的有关规定，执行《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ146的规定。

**3.0.7** 施工机械的使用应符合《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33的规定。

**3.0.8** 临近建（构）筑物、城市道路、地下管线（电缆、光缆、燃气、自来水、污水及供热等）施工时，应提前开展风险识别，根据风险等级制定相应方案，采取有效措施减少成槽施工造成的影响。

## 4 施工准备

**4.0.1** 施工前，钢筋混凝土地下连续墙施工前应对施工条件进行调查，调查内容主要包括：

- 1 施工机械设备进入现场和进行组装的可行性；
- 2 场地内外运输条件；
- 3 供水和供电条件；
- 4 地下、地面及空中障碍物情况；
- 5 相邻建（构）筑物、周边道路和地下管线的走向及分布情况；
- 6 噪声、振动、渣土临时堆放与废弃泥浆处理等可能引起的环境问题；
- 7 混凝土搅拌站的生产能力与供应能力；
- 8 泥浆制备、制作钢筋笼平台等施工所需场地状况。

**4.0.2** 钢筋混凝土地下连续墙施工应具备下列资料：

- 1 施工现场的地形状况及原有建（构）筑物基础平面图；
- 2 施工区域的地质、气象、水文资料；
- 3 邻近建（构）筑物及地下管线相关资料；
- 4 测量控制点；
- 5 施工阶段的设计图纸、技术要求、设计说明书、有关技术标准；
- 6 已通过审批或专家论证的施工组织设计、吊装方案等。

**4.0.3** 施工范围的地质资料应包含下列内容：

- 1 地层岩性、分层厚度、颗粒组成、密实度及透水性；
- 2 地下水埋藏情况。各含水层水位及承压水抗突涌稳定性；
- 3 对成槽施工有直接影响的其他复杂地质条件。

**4.0.4** 地下连续墙项目施工前，应编制施工组织设计，施工组织设计宜包括下列内容：

- 1 工程概况及特点；
- 2 场地的工程地质条件、水文地质条件；
- 3 周边环境及其它有关情况；

- 4 成槽机械、辅助设备的选择；
- 5 导墙施工方法及技术要求；
- 6 单元槽段形状、尺寸及位置划分和分析、成槽施工顺序等；
- 7 泥浆循环系统的布置、泥浆材料的选择、泥浆配合比的确定、泥浆拌制、泥浆循环与泥浆再生处理等；
- 8 成槽、清槽、槽段之间接头处理的施工方法及技术要求；
- 9 钢筋笼制作、拼装、运输、吊放方法及技术质量安全要求；
- 10 混凝土灌注施工方法及技术要求；
- 11 渣土及废弃泥浆的有效处理；
- 12 现场用水及用电需求量、施工场地要求；
- 13 工程施工进度计划及保证措施；
- 14 施工现场平面布置图；
- 15 项目经理部组织架构及职责；
- 16 材料和劳动力使用计划；
- 17 质量保证体系及质量保证措施；
- 18 职业健康安全保证体系及安全保证措施和安全技术措施；
- 19 文明施工措施、环境保护措施、季节性施工措施、周边环境的监测措施等；
- 20 钢筋混凝土地下连续墙施工中的应急救援预案。

**4.0.5** 施工场地应进行平整，宜进行地面硬化，满足施工设备和车辆运行要求，地面硬化过程中应注意对影响范围内的软弱下卧层的处理。

**4.0.6** 钢筋混凝土地下连续墙施工中使用的原材料应按规定取样复试。

## 5 槽壁加固与导墙

**5.0.1** 当场地土层、周边环境与地下连续墙成槽条件存在下列情况时，宜进行地下连续墙的槽壁加固：

- 1 浅层深厚淤泥及淤泥质土、松散厚填土、浅部富含水的砂性土等不良土层或易受扰动影响土层的槽段；
- 2 紧邻建（构）筑物、重要管线等，环境保护要求高；
- 3 异形地下连续墙、成墙深度较深且成墙时间较长的槽段。

**5.0.2** 地下连续墙的槽壁加固应符合下列规定：

- 1 槽壁加固宜选用三轴水泥土搅拌桩、高压旋喷桩、超高压喷射注浆、全方位高压喷射注浆、铣削深搅水泥土搅拌墙、渠式切割水泥土连续墙等加固措施；
- 2 槽壁加固的深度应超过易产生坍方的土层，且进入稳定土层的加固深度不应小于2m；
- 3 垂直度偏差不应大于1/200；
- 4 槽壁加固与地下连续墙之间的间隙应根据槽壁加固深度、垂直度、加固形式等综合确定。

**5.0.3** 钢筋混凝土地下连续墙成槽施工前应先修筑导墙。导墙的结构形式应根据现场地质条件及施工工艺、施工荷载等情况确定，宜采用现浇钢筋混凝土结构，也可采用预制钢筋混凝土结构或钢结构，可做成“ $\Gamma$ ”型、“ $\boxplus$ ”型、“ $\boxminus$ ”型等形式，但应具有足够的强度和稳定性。

**5.0.4** 导墙顶面宜高于地面100mm，并应高于地下水位0.5m以上。遇有浅层较厚砂性土或者高地下水位时，应进行土体加固或加高导墙。

**5.0.5** 导墙墙底进入原状土深度不宜小于500mm，进入加固土体深度不宜小于200mm，当导墙底部遇有软土、填土、空洞等特殊地层时，应对土体进行加固或加深导墙；导墙高度一般不宜小于1.3m。

**5.0.6** 在钢筋混凝土地下连续墙转角处的导墙应进行外延，外延尺寸应根据成槽机的抓斗形状和尺寸等确定，且不宜小于300mm~500mm。

**5.0.7** 导墙内侧面应垂直，内净距应根据钢筋混凝土地下连续墙设计厚度和成槽设备的施工工艺确定。使用抓斗式成槽机成槽时，导墙的净宽度宜大于设计墙厚40mm~60mm；使用回转式成槽机和冲击式成槽机成槽时，导墙的净宽度宜大于设计墙厚60mm~100mm。

**5.0.8** 导墙施工应符合下列规定：

- 1 导墙应按地下连续墙设计轴线位置放线开挖，开挖后基底宜铺筑C10混凝土垫层，厚度宜为30mm~50mm，垫层表面应平整；
- 2 导墙外侧应用粘性土分层夯实或采用混凝土填实；
- 3 导墙分段施工时，施工缝的位置应与地下连续墙施工接头位置错开；
- 4 预制钢筋混凝土、钢结构导墙的接缝应严密、不得漏浆；
- 5 现浇混凝土导墙拆模后或预制导墙安装后，应在导墙内部及时加设支撑；
- 6 导墙应能存储足够方量的泥浆，在成槽施工时保持泥浆液面的高度；
- 7 沿海地区施工时，尚应充分考虑潮汐作用。

**5.0.9** 导墙的临时支撑竖向不宜少于2道，水平间距不宜大于2m，转角位置或非直线位置水平距离不宜大于1m；临时支撑应具有足够的刚度并应采取防止掉落的措施。

**5.0.10** 采用钢筋混凝土结构时，导墙的施工尚应符合下列规定：

- 1 混凝土强度等级不应低于C20，厚度不应小于200mm；
- 2 导墙应双向配筋，钢筋不应小于C12，纵向和竖向间距不应大于200mm；
- 3 导墙混凝土应分层、对称浇筑且振捣密实，并做好养护工作；

- 4 导墙拆模应在混凝土强度达到设计值的75%之后进行，拆模后的导墙应加设对撑。
  - 5 导墙施工、养护期间，禁止重型设备在导墙附近行走、作业或靠近导墙停放，禁止在导墙上堆放设备、杂物等。
- 5.0.11** 钢结构导墙、预制钢筋混凝土导墙宜制作成拼装式，设计应牢固可靠，各部位联结应方便现场拆装，底部宜设置混凝土垫层。
- 5.0.12** 施工期间，应对导墙的沉降、位移进行观测。

## 6 泥浆

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 制备的泥浆应具有良好的物理性能、流变性能、稳定性以及抗水泥浆污染能力。

**6.1.2** 泥浆制备的原材料应根据施工条件、地层特征、地下水状况、成槽工艺、经济技术指标等因素进行选择，可选择膨润土、粘土、膨润土和粘土混合料或其他成熟的新型材料。

**6.1.3** 泥浆制备前宜对材料及配合比进行试验。

**6.1.4** 施工现场应设置泥浆池、泥浆箱或泥浆筒仓。泥浆的储备量宜符合下列规定：

- 1 当采用液压抓斗成槽机成槽时，泥浆的储备量不宜小于每日最大成槽方量的2倍；
- 2 当采用铣槽机或冲孔设备成槽时，泥浆的储备量不宜小于每日最大成槽方量的3倍；
- 3 在易发生渗漏的地层成槽时，宜增加泥浆的储存量、提高粘度；
- 4 遇有泥浆渗漏严重的地层，尚宜储备充足的堵漏原材料。

**6.1.5** 泥浆拌制后应在其充分水化后使用，存储时间宜大于24h；存储期间应定期对泥浆进行搅动，保持泥浆的性能指标均一。

**6.1.6** 对复杂地质条件下或成槽深度超过50m的钢筋混凝土地下连续墙工程施工，应制定专项泥浆施工方案，规范泥浆的制备、使用、检测、调整等关键环节。

### 6.2 泥浆制备

**6.2.1** 泥浆的原材料宜符合下列规定：

- 1 泥浆拌制材料宜选用分散性较好的膨润土，膨润土性能指标应符合现行国家标准《膨润土》GB/T 20973的有关规定；膨润土材料进场时，应提供产品质量证明文件；



- 2 制备泥浆的粘土，应进行物理试验、化学分析和矿物鉴定；宜选择粘粒含量大于45%、塑性指数大于20、含砂量小于3%的粘土。
- 3 应选用洁净的淡水配制泥浆，水质的要求应按照现行行业标准的规定执行。在施工区域的地下水或海水可能对泥浆产生污染的情况下，应进行水质分析并采取保证泥浆性能、质量的措施。
- 4 选择分散剂、增粘剂、加重剂、防漏剂、稀释剂等各类泥浆添加剂时，掺入量应通过试验确定。

**6.2.2** 施工中，应定期检测泥浆技术性能指标，并对泥浆质量检测进行记录。泥浆材料的检测项目，应符合设计要求，或根据不同情况按表6.2.2确定。

**表6.2.2 材料检测项目**

阶 段	泥浆材料		
	膨润土	粘土	高分子聚合物
泥浆配合比试验	比重、粘度、失水量、泥皮厚度、pH值	比重、粘度、含砂率、胶体率、稳定性、失水量、泥皮厚度、静切力、pH 值	比重、粘度、含砂率
施工过程	比重、粘度、含砂率、pH值、胶体率、失水量、泥皮厚度	比重、粘度、含砂率、pH 值、胶 体率、失水量、泥皮厚度	比重、粘度、含砂率

**6.2.3** 新拌制泥浆、循环泥浆性能指标应符合表6.2.3的规定。成槽过程中，泥浆性能指标的检测每天至少一次；成槽完成、刷壁及清基后，应取槽段上中下三个部位处泥浆进行比重、粘度、含砂率和pH值的检测并完成记录。

**表6.2.3 泥浆性能指标**

项 目		性能指标		检验方法
		新拌制泥浆	循环泥浆	
相对密度		1.03~1.10	1.05~1.25	比重计
粘度(s)	粘性土	22~25	20~30	粘度计
	粉土、砂土	28~35	30~40	
胶体率(%)		>98	>98	量筒法

失水量(mL/30min)		<30	<30	失水量仪
泥皮厚度(mm)		<1.5	<3	
pH值		8~9	8~11	pH试纸
含砂率(%)	粘性土	<3	<4	洗砂瓶
	粉土、砂土	<4	<7	

**6.2.4** 施工泥浆可经分离、净化处理后回收循环使用，需循环使用的泥浆宜根据施工实际情况补充膨润土、粘性土或其他处理剂等材料进行调制，经检测合格后使用。

**6.2.5** 槽孔达到设计深度、灌注混凝土前，重复使用循环泥浆应对槽段内泥浆采用除砂器除砂和沉淀池沉淀等方法进行置换和净化处理。此时，槽段底部泥浆的性能指标应符合表6.2.5规定，不符合规定的泥浆应废弃。检测取样点距离槽底宜为0.5m~1.0m，每单元槽段检测不少于2处。

**表 6.2.5 置换、净化后泥浆指标**

项 目		泥浆性能	检验方法
比重 (g/cm <sup>3</sup> )	粘性土	≤1.15	泥浆比重秤
	砂性土	≤1.20	
粘度 (s)		20~30	漏斗法
含砂率 (%)		≤7	洗砂瓶
pH值		<11	pH值试纸

## 6.3 泥浆处理

**6.3.1** 废弃泥浆、渣土应进行集中存放，运输应采用密闭式罐装车，不得撒落、溢出或泄露，不得污染环境，并应符合环境保护要求。

**6.3.2** 施工现场应合理设置临时排水系统，定期维护，保证排水通畅；施工污水可采取沉淀、过滤等方法处理，应符合环境保护要求，达标排放。

## 7 成 槽

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 成槽机械应根据机械设备的性能、现场工程地质条件、施工环境、钢筋混凝土地下连续墙结构尺寸及质量要求等选用。

**7.1.2** 成槽施工前，钢筋混凝土地下连续墙施工单位应对设计图纸上单元槽段划分的合理性进行复核，如需对槽段长度进行调整必须经设计单位确认后方可实施。槽段划分应充分考虑以下因素：

- 1 场地工程地质条件及地下水状况；
- 2 周边环境现状及保护要求；
- 3 钢筋混凝土地下连续墙的墙体平面形状、厚度和深度等设计条件；
- 4 成槽设备的机械能力；
- 5 钢筋笼重量、混凝土供应能力和灌注强度、泥浆储备量、吊装机械的起吊能力等施工条件。

**7.1.3** 钢筋混凝土地下连续墙单元槽段的长度宜为4m~6m；严禁在地下连续墙转角部位设置槽段接头；异形槽段展开后的中心线总长度不宜大于7m。

**7.1.4** 首开槽段开挖时应考虑两端接头管(箱)所占位置长度顺开槽段开挖时应考虑一端接头管(箱)所占位置长度，闭合槽段和拐角处槽段开挖时应考虑抓斗张开最大尺寸。

**7.1.5** 成槽施工前应对槽壁的稳定性进行验算；成槽施工过程中的施工荷载应满足成槽整体稳定性验算的要求。对于需加固处理的特殊地层的槽段，或邻近建筑物有较高保护要求的槽段，应按设计要求预先采取槽壁加固措施。

**7.1.6** 钢筋混凝土地下连续墙施工前，宜选一槽段成槽试验，并根据试验结果确定适宜的槽段长度、成槽时间及抓斗的上下速度等施工参数。

**7.1.7** 地下连续墙槽段外侧边线与邻近建（构）筑物的水平净距不宜小于1.5m，成槽净空应满足施工要求。

**7.1.8** 成槽深度必须满足设计要求，严禁超挖成槽。

## **7.2 成槽**

**7.2.1** 成槽机作业地面应平整、坚实；成槽前应将抓斗斗体或钻头垂直吊入导墙内，使成槽机具中心线与导墙中心线重合。

**7.2.2** 成槽过程中应采用泥浆护壁，应保持护壁泥浆面高出地下水位1.0m以上，且不低于导墙顶面0.5m，发现泥浆漏失应及时补浆，降雨时应采取必要的措施防止泥浆稀释。

**7.2.3** 成槽施工过程中，应结合施工进度对泥浆液面和槽壁垂直度、稳定性随时进行观测。重要槽段或超深槽段施工过程中应采用超声波法检测，若槽壁发生偏斜或泥浆大量漏失及槽壁发生坍塌时，应查明原因并及时采取相应的措施进行处理。

**7.2.4** 成槽设备宜根据工程地质条件、环境条件及设计要求等综合确定。成槽设备宜具备垂直度显示仪表和纠偏装置，成槽过程中应进行纠偏，异形槽段成槽时槽壁前后、左右的垂直度均应满足设计要求。

**7.2.5** 当采用抓斗工艺成槽时，宜符合下列规定：

- 1 抓斗下放、提升时，应保持平稳、竖直、匀速；
- 2 当采用三抓方式成槽时，应采用先两边后中间的顺序开挖，且中间留土宽度不应少于600mm；
- 3 当采用二抓方式成槽时，应确保抓斗两侧的压力平衡；
- 4 L形、T形等折线形槽段的成槽施工，宜在相邻槽段施工完成后进行；
- 5 单元槽段成槽过程中，抽检泥浆指标不应少于3次。

**7.2.6** 遇有较硬岩土层，宜采用先圆锤引孔、方锤修孔，后液压抓斗扫孔的冲抓工艺成槽。此时应符合下列规定：

- 1 引孔与成槽的垂直度应保持一致；
- 2 冲击成孔时，应勤松绳、勤掏渣，并应严格控制松绳长度，实时监测冲锤和提升钢丝绳之间的连接；
- 3 冲孔施工时，每次冲孔的深度不宜超过冲锤的高度；

- 4 冲击成孔施工过程中每进尺2m应测量一次钻孔垂直度，并应及时纠偏；
- 5 开孔和地层变化处应采用低冲程进行成孔施工；
- 6 冲孔过程中应加强泥浆循环，通过返浆及时将渣土排出，冲孔完成后应用方锤修整孔壁。

**7.2.7** 当遇有软岩层时，宜采用先旋挖钻机引孔，后采用液压抓斗扫孔的钻抓工艺成槽。此时应符合下列规定：

- 1 旋挖钻机引孔中心间距宜与抓斗宽度一致。
- 2 引孔与成槽的垂直度应保持一致；
- 3 引孔过程中每进尺2m宜测量一次钻孔垂直度，并应及时纠偏。

**7.2.8** 在标贯击数 $N > 50$ 的粉砂层、岩层等地层中成槽时，宜采用铣槽机成槽，且应满足下列规定：

- 1 铣槽机的铣轮和铣齿应根据地质情况进行配备；
- 2 泥浆泵和管路的输送及循环能力应和铣槽机相匹配；
- 3 铣槽机成槽前应防止钢筋、螺栓、钢板和编织物等异物落入槽内。

**7.2.9** 采用抓铣工艺成槽时，液压抓斗成槽的施工深度应根据地层情况和施工效率等综合确定，且不宜超过30m；抓斗式成槽过程中出现垂直度偏斜过大时宜及时更换铣槽机成槽。

**7.2.10** 采用套铣工艺成槽时，施工应满足下列规定：

- 1 一期槽段成槽应采用抓铣结合工艺，可采用一铣或三铣方式，三铣方式成槽时中间留土厚度不应小于600mm。
- 2 成槽前应对槽段进行精确定位，二期槽段成槽应使用导向架。
- 3 二期槽段铣槽时，导墙面以下8m范围铣削速度不宜超过3m/h。
- 4 套铣接头的垂直度偏差不应大于 1/500。

**7.2.11** 成槽施工、钢筋笼入槽、导管连接、混凝土灌注等工序均应减少不必要的空置时间，以减少槽壁坍塌等危险因素。

**7.2.12** 单元槽段宜进行间隔一个或多个槽段的跳幅施工。

**7.2.13** 钢筋混凝土地下连续墙施工过程中应及时清除槽口周围的废水、废浆、废渣，严禁将废水、废浆、废渣直接入槽。

## 7.3 刷壁及清基

**7.3.1** 成槽后应对槽段接头部位面附着的泥砂等杂物进行清刷，且刷壁施工应符合下列规定：

- 1 刷壁器应与接头形式匹配；
- 2 刷壁深度宜到槽段底部；
- 3 刷壁次数不宜少于10次，且应保证刷壁器上无泥；
- 4 套铣接头刷壁次数不宜少于2次。

**7.3.2** 刷壁完成后应进行清基和泥浆置换。

**7.3.3** 清槽宜分阶段进行。第一次清槽应在槽段开挖完成后静置30min~60min后进行，宜采用成槽机清除槽底泥砂，清槽深度不小于成槽深度，并进行泥浆置换；第二次清槽宜在钢筋笼安装完成后进行，宜采取泵吸法或气举反循环法。

**7.3.4** 套铣成槽的槽段清基时应对槽内泥浆进行100%置换。

## 7.4 质量控制

**7.4.1** 试成槽应全部进行成槽检验，检验方法应根据成槽尺寸、现场条件等综合确定。

**7.4.2** 成槽后应对泥浆技术指标、槽位、槽深、槽宽、槽壁垂直度等进行检验，并做好记录；验收合格后进行清基换浆，清基后槽底沉渣厚度和泥浆技术指标应符合本规程表7.4.3及表6.2.5中的相关规定。

**7.4.3** 地下连续墙成槽允许偏差应符合表7.4.3的规定。

**表7.4.2 地下连续墙成槽允许偏差**

项 目		测试方法	检测频率	允许偏差
槽深	临时结构	测绳	2 点/幅	≤100mm
	永久结构			≤100mm
槽位	临时结构	钢尺	1 点/幅	≤50mm

	永久结构			≤30mm
槽宽	临时结构	超声波	20%，且 2 点/幅	≤50mm
	永久结构	超声波	100%，且 2 点/幅	≤50mm
垂直度	临时结构	超声波	20%，且 2 点/幅	≤1/200 且符合设计要求
	永久结构	超声波	100%，且 2 点/幅	≤1/300 且符合设计要求
	套铣成槽	超声波	100%，且 2 点/幅	≤1/500
沉渣厚度	临时结构	测锤	100%，且 2 点/幅	≤200mm
	永久结构			≤100mm

**7.4.4** 清槽检验合格后，应于4h内开始灌注混凝土。否则应重新检测槽孔底部沉渣厚度和泥浆性能等指标。

**7.4.5** 钢筋混凝土地下连续墙成槽施工后，施工单位对成槽质量应自检。

## 8 接头

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 地下连续墙接头的构造及形式应结合场地地质条件、周围环境情况、地下连续墙的功能和深度等综合确定，除符合设计要求外，尚应符合下列规定：

- 1 连续墙接头构造应满足传力和防水要求。
- 2 宜尽量减少地下连续墙接头数量。
- 3 对于“Z”型、“T”型和“L”型幅段等特殊槽段，接头位置应考虑成槽设备尺寸、场地条件。
- 4 便于制作与施工。

**8.1.2** 施工时接头处应放置接头管（箱）。当施工接头为工字型钢板、王字型钢板、十字型钢板、V型钢板等型式时，应放置相应的接头箱，接头箱与钢板接头应对接紧密。

**8.1.3** T形槽段不应做先行槽段，且多根接头管(箱)不宜同时安放。

**8.1.4** 接头管（箱）应高出导墙顶部不小于1.5m，并应对其采取防倾倒措施。

**8.1.5** 接头管（箱）宜插入槽底300mm~500mm；对槽孔较深的槽段，开挖面以下5.0m~7.0m处至槽底部分可不放置接头箱，在底部钢板不产生位移和变形的情况下，此部分可在钢板接头处投放土团袋，并采取措施密实。

**8.1.6** 地下连续墙接头止水处理措施应符合设计要求。

**8.1.7** 当各槽段间施工接头采用各类型钢接头时，施工接头宜采用整材焊接。如需分段时，施工单位应制定具体的分段连接方案，经设计认可方可实施；焊接型钢的型号、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、焊接工艺方法等应满足国家黑色冶金行业标准《焊接H型钢》的相关要求。

### 8.2 接头管（箱）施工



**8.2.1 圆弧形接头**（图8.2.1）宜用于深度不大于50m、厚度不大于1200mm的地下连续墙。

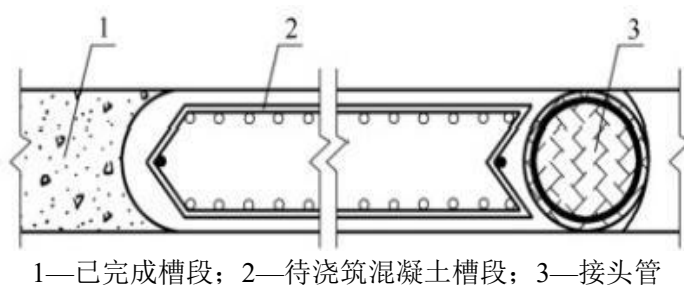


图8.2.1 圆弧形接头示意图

**8.2.2 接头管（箱）法施工**，应符合下列规定：

- 1 接头管（箱）能承受流态混凝土的侧压力和固态混凝土握裹力，使混凝土灌注过程中和灌注完混凝土后不会产生过大变形；
- 2 接头管（箱）形状应与地下连续墙接头型式相对应，沿墙体方向外形尺寸不宜过大，并与成槽厚度相适应，避免灌注混凝土时产生绕流；首次使用时，应在现场进行组装调试；
- 3 吊放接头管（箱）前应对槽孔端头槽壁的尺寸进行测量；
- 4 吊放接头管（箱）前应严格检查，连接牢固可靠，表面光滑；接头管（箱）应编码有序，吊放时应垂直缓慢下放、准确定位，平面位置偏差不得大于100mm，垂直度应控制在1/300以内；
- 5 应选用具有足够起拔能力的拔管机，拔管机起拔力应大于混凝土初凝时的握裹力，并应有备用设备；
- 6 使用液压式拔管机起拔接头管（箱）时，应观测导墙和其附近的土体沉降和位移情况，防止槽口坍塌；
- 7 起拔接头管（箱）的时间应根据土质、混凝土强度等级、混凝土初凝时间和温度状况、成槽深度等确定；起拔接头管（箱）起始时间应通过试验确定，一般在墙体底端混凝土初凝时即可小幅度拔动，接头管（箱）应保持匀速、缓慢起拔；起拔频率宜为30min一次，每次提升高度宜为50cm～100cm。
- 8 接头管（箱）拔出的过程中，应及时向接头孔内充填泥浆；

9 起拔接头管（箱）过程中，做好起拔记录。

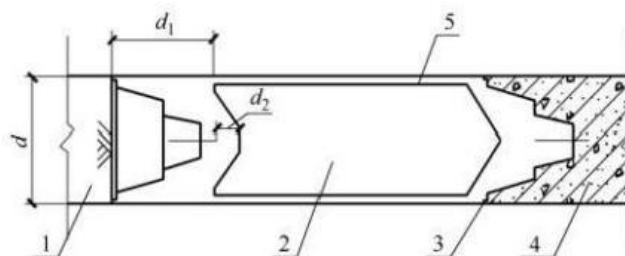
**8.2.3** 吊放接头管（箱）后，接头管（箱）外侧空隙应用袋装粘土或袋装碎石等填实，以防止混凝土绕流和接头管（箱）位移。

**8.2.4** 成槽结束后、清槽前，应按7.3.1条的要求刷洗施工接头部位竖向端面，以清除端面壁上的附着物和泥皮，冲刷工艺及合格条件应符合下列要求：

- 1 采用接头管方法施工时，宜用带钢丝刷的刷壁器刷洗接头竖向端面混凝土上的附着物，合格条件是：接头端面刷洗干净，刷壁器上没有泥屑，槽孔底部淤积不再增加。
- 2 采用接头箱方法施工时，宜用特制的冲槽器清除钢板内的附着物，然后用带钢丝刷的刷壁器刷洗，合格条件是：钢板光滑顺直，钢板内无杂物，能满足对接钢筋笼。

### 8.3 橡胶止水接头

**8.3.1** 橡胶止水接头（图8.3.1）宜于深度不大于60m、厚度不大于1200mm的地下连续墙，液压抓斗成槽设备宜采用方斗。



- 1—未成槽的槽段；2—准备浇灌混凝土的槽段；3—分幅线；  
4—已经完成混凝土浇筑的槽段；5—钢筋笼

**图8.3.1 不同厚度橡胶止水接头形状图**

**8.3.2** 不同地下连续墙厚度的橡胶止水接头技术指标宜符合表8.3.2的规定。

**表8.3.2 橡胶止水接头技术指标**

地下连续墙厚度 $d(\text{mm})$	橡胶止水带 宽度 $d_1(\text{mm})$	钢筋笼距接头箱 距离 $d_2(\text{m})$	地下连续墙 适用深度(m)
600	100~150	0.30~0.35	$\leq 40$
800	100~150	0.30~0.35	$\leq 45$

1.000	150~200	0.35~0.40	≤55
1200	150~250	0.40~0.45	≤60

**8.3.3** 橡胶止水带可临时固定在接头箱上，并宜随接头箱一同下放入槽。

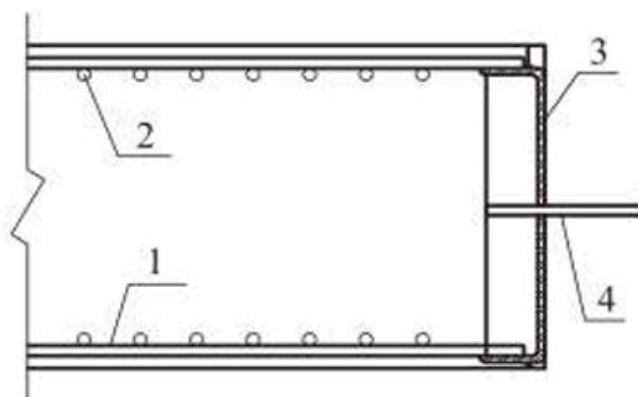
**8.3.4** 接头箱安放入槽前应涂抹脱模剂，并应在导墙上放置固定支架。

**8.3.5** 接头箱应在相邻槽段清槽完成后，采用侧向剥离方式取出。

**8.3.6** 接头箱被侧向剥离时，相邻槽段已完成混凝土浇灌的时间不宜少于24h。

## 8.4 十字钢板接头

**8.4.1** 十字钢板接头（图8.4.1）应符合设计要求，十字钢板接头技术指标宜按表8.4.1的规定选用。



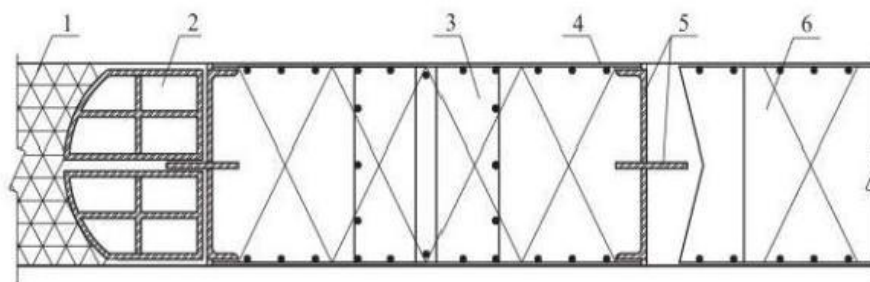
1—地下连续墙分布筋；2—地下连续墙主筋；3—封头钢板；4—止水钢板

图8.4.1 十字钢板接头示意图

表8.4.1 十字钢板接头技术指标（mm）

地下连续墙厚度	止水钢板长度	止水钢板厚度	封头钢板厚度
800	150~250	≥10	≥8
1000	300~400	≥12	≥10
1200~1500	400~500	≥14	≥12

**8.4.2** 十字钢板接头在施工中宜配置两片独立式接头箱（图8.4.2）。



1—未开挖的槽段；2—接头箱；3—已经浇筑好的槽段；4—槽段两侧壁面；  
5—十字钢板接头；6—正准备浇灌混凝土的槽段

图8.4.2 十字钢板接头示意图

**8.4.3** 接头箱底部宜填袋装碎石，回填面应在基坑开挖面以下，与基坑开挖面之间的距离不宜小于6m，两侧回填应对称均匀，回填袋装碎石应分层压实，且分层高度不宜超过5m。

**8.4.4** 十字钢板接头，下端应插至槽底，上端宜高出地下连续墙泛浆高度，并宜与连续墙槽壁间设置绕流板。

**8.4.5** 十字钢板接头焊接时，水平钢筋与十字钢板应采用双面焊，搭接长度不小于5d（d为焊接钢筋直径）。

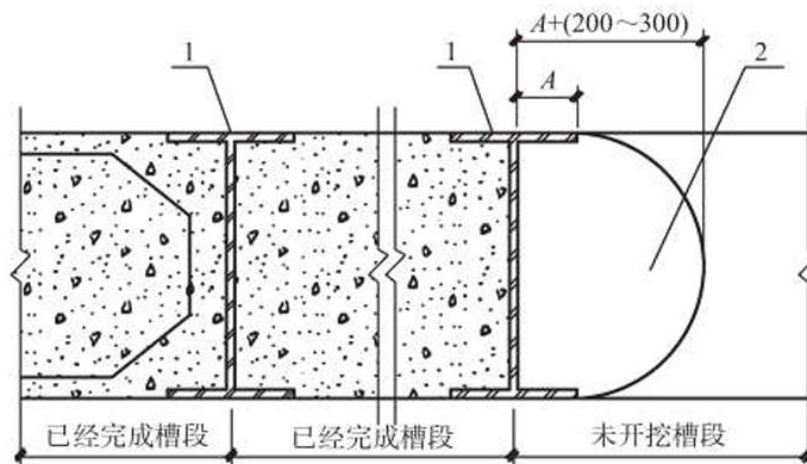
## 8.5 工字钢板接头

**8.5.1** 工字钢接头参数宜按表8.5.1的规定选用。

表8.5.1 工字钢接头参数表(mm)

地下连续墙厚度	工字钢钢板厚度	翼缘伸出长度
800	8~10	150~200
1000	10~14	200~250
1200	14~16	250~300
1500	16~20	300~350

**8.5.2** 工字钢接头应增加预挖区，预挖区长度应比工字钢的翼缘伸出长度多200mm~300mm（图8.5.2）。



1—工字钢接头；2—预挖区；A—翼缘伸出长度

图8.5.2 工字型钢接头填充预挖区示意图(mm)

**8.5.3** 预挖区可采用袋装土或袋装碎石、安放接头箱等方式进行填充，采用抓铣结合工艺成槽时，宜在工字型钢间隙内采用泡沫塑料填充。

**8.5.4** 采用袋装土或袋装碎石填充时，应符合下列规定：

- 1 回填与混凝土浇筑应同步进行，且回填应密实；
- 2 回填的高度应高于混凝土面3m~5m。

**8.5.5** 采用接头箱填充预挖区时，应符合下列规定：

- 1 接头箱及连接件应具有足够的强度和刚度；
- 2 接头箱背侧应填实，底部宜填1m~2m 袋装土或袋装碎石；
- 3 接头箱安放深度不宜超过30m。

**8.5.6** 采用泡沫塑料填充预挖区时，应符合下列规定：

- 1 泡沫塑料应与工字钢固定牢固，防止上浮；
- 2 泡沫塑料密度宜大于10kg/m<sup>3</sup>；
- 3 泡沫塑料与土体间的间隙应采用土或碎石填充。

**8.5.7** 工字钢接头施工应符合下列规定：

- 1 接头工字钢刚度、强度应满足施工要求。工字钢加工应平整、直顺，焊缝质量应经 检验合格，对接焊缝表面平整、位置适宜。
- 2 接头工字钢应与钢筋笼焊接牢固。连续墙钢筋笼伸入工字钢翼缘板长度不宜小于100mm。工字钢接头焊接时，水平钢筋

与工字钢采用双面满焊搭接，搭接长度不小于5d，采用单面满焊搭接，搭接长度不小于10d（d 为焊接钢筋直径）。

- 3 工字钢下端应插入槽底，上端宜高出地下连续墙泛浆高度。
- 4 工字钢翼缘板与连续墙槽壁间宜设置绕流板。

## 8.6 套铣接头

**8.6.1** 二期槽段成槽时，应将套铣部分混凝土铣削干净，套铣部分不宜小于200mm，圆弧形槽段最小铣削厚度不应小于100mm。

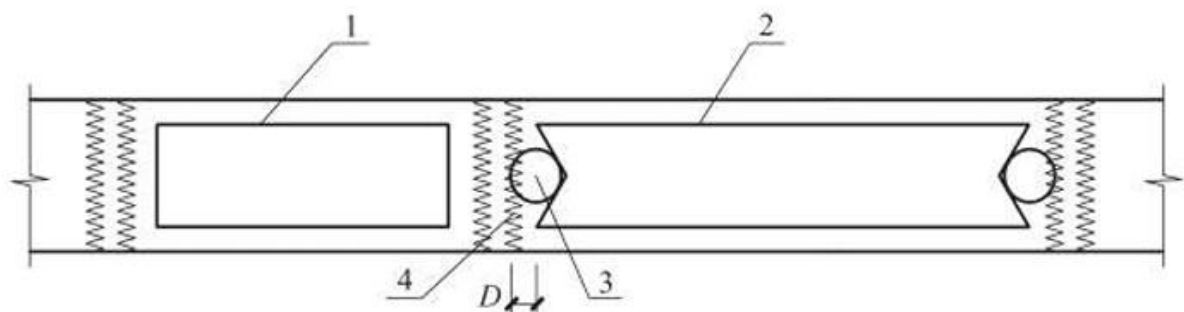
**8.6.2** 对于深度不大于75m的地下连续墙，套铣接头垂直度偏差不应大于1/500；对于深度大于75m的地下连续墙，套铣接头垂直度偏差不应大于1/800。

**8.6.3** 铣槽机施工套铣接头时（图8.6.3），铣削面距离一期槽钢筋笼的距离宜按下式计算确定：

$$D \geq H \times 1/500 + 200 \quad (8.6.3)$$

式中：D—铣削面距离一期槽钢筋笼的距离（mm）；

H—地下连续墙的深度（mm）。

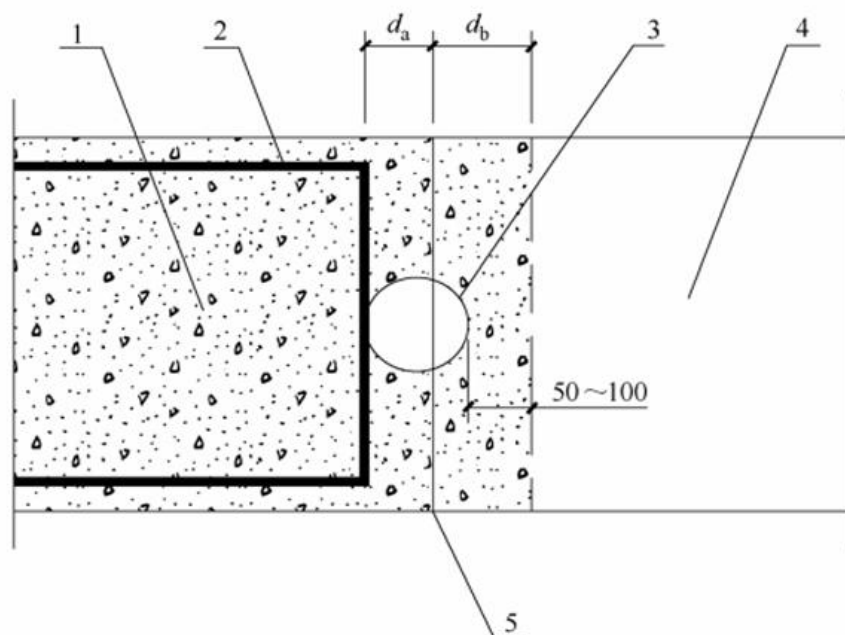


1—二期钢筋笼；2—一期钢筋笼；3—限位块；4—铣削面；

D—铣削面距离一期槽钢筋笼的距离

图8.6.3 铣槽槽段示意图

**8.6.4** 套铣接头施工时，一期槽段钢筋笼应设置限位块，限位块应设置在钢筋笼两侧，宜采用PVC管，限位块长度宜为300mm~500mm，竖向间距宜为3m~5m，限位块与一期槽段外侧的最小距离宜为50mm~100mm（图8.6.3）。



1—一期槽段；2—钢筋笼；3—PVC管；4—二期槽段；5—分幅线；  
 $d_a$ —一期槽钢筋笼端部到分幅线之间的距离； $d_b$ —二期槽段铣削混凝土厚度

**图8.6.4 套铰接头示意图**

**8.6.5** 一期槽段在混凝土浇灌前应以分幅线为基准安放导向插板，导向插板应在混凝土浇筑前放置于预定位置，插板长度宜为5m~6m。

**8.6.6** 二期槽段铣槽时，两侧一期槽完成混凝土浇灌的时间不宜少于5d或混凝土强度达到C20级。

## 9 钢筋笼制作及吊装

### 9.1 钢筋笼制作

**9.1.1** 钢筋笼制作平台基底应平整坚实，排水畅通。

**9.1.2** 钢筋笼应根据单元槽段的划分和地下连续墙墙体配筋设计图制作，并应设置纵向桁架、横向桁架和剪刀撑等构造，以加强钢筋笼的整体刚度；钢筋笼内桁架筋的布置形式应根据钢筋笼起吊过程中整体刚度及稳定性的计算结果确定，应满足吊装的强度、刚度和整体稳定性的要求。

**9.1.3** 钢筋笼宜整体制作并吊装，采用分节吊装的钢筋笼宜在同一个平台上一次制作成型；当不能一次成型时，应对钢筋笼分次制作，且应保证钢筋笼的主筋对接准确；吊环、吊筋应采用HPB300级钢筋或钢板。

**9.1.4** 受力钢筋接头不宜设在受力较大处，钢筋笼主筋内、外保护层厚度应符合设计要求。宜采用钢制垫块，垫块与主筋焊接牢固。主筋垫块纵向间距宜为4.0m~5.0m，横向每排不少于2块。

**9.1.5** 钢筋笼主筋与水平筋交叉处点焊间隔应均匀分布，主筋与桁架及吊点处应100%满焊。钢筋笼主筋下端500mm长度范围内宜按1:10向内收口。

**9.1.6** 钢筋笼内应预留纵向混凝土浇筑导管位置，应采取措施确保导管上下贯通、固定牢固。

**9.1.7** 钢筋笼内注浆管、接驳器、预埋件、测斜管和声测管的安装应符合设计要求，安装牢固、位置准确。预埋件应采取保护措施，接驳器外露面应包扎严密。

**9.1.8** 玻璃纤维钢筋主筋、加强筋与普通钢筋宜采用专用卡具连接牢固。玻璃纤维钢筋之间的搭接长度、以及玻璃纤维钢筋与普通钢筋的搭接长度应符合设计要求。

### 9.2 吊 装



- 9.2.1** 钢筋笼吊装前应编制钢筋笼吊装专项方案，并经过专家论证通过后，方可实施。
- 9.2.2** 钢筋笼宜采用整体吊装方法，如必须进行分段吊装时，接合位置应避免在受力较大部位，且必须制定有可靠地保证措施，保证钢筋笼的整体性。
- 9.2.3** 选用的吊车应满足吊装高度及起重量的要求，主吊和副吊应根据计算确定，并应对主副吊扁担、主副吊钢丝绳、吊具索具、吊点进行验算。
- 9.2.4** 钢筋笼吊点布置应根据设计图纸和吊装工艺经计算确定，并应对钢筋笼起吊的稳定性、刚度、强度进行安全验算，吊点应焊接牢固。
- 9.2.5** 钢筋笼吊装前应检查吊具、钢丝绳和锁具的完好情况，并应符合安全规范相关规定。
- 9.2.6** 钢筋笼起吊前应保证行程范围内钢筋笼周边800mm内无障碍物，钢筋笼吊装应进行试吊，符合要求后方可正式吊装。
- 9.2.7** 钢筋笼起吊时不得在地面上拖引，吊起后不得空中摆动，吊车回转半径内无障碍物。
- 9.2.8** 钢筋笼应在槽段接头清刷、清槽、换浆合格后及时吊放入槽，钢筋笼吊装的位置、方向、垂直度、标高应符合设计要求。钢筋笼下放困难或钢筋连接点出现脱焊时，钢筋笼不得强行入槽。吊装和沉放过程中钢筋笼不应产生塑性变形。
- 9.2.9** 异型槽段钢筋笼起吊前应对转角处进行加强处理，并随入槽过程逐渐割除。
- 9.2.10** 钢筋笼使用玻璃纤维钢筋时，吊装采取相应的加固措施，吊点不应设置在玻璃纤维钢筋范围内。

## **10 混凝土**

### **10.1 一般规定**

**10.1.1** 地下连续墙混凝土抗压强度和抗渗等级等指标应符合设计要求。钢筋混凝土地下连续墙混凝土强度等级不宜低于C30，混凝土抗渗等级不宜低于P6。钢筋混凝土地下连续墙作为永久性结构使用时，遇到有腐蚀性地下水的区域应配制防腐混凝土。

**10.1.2** 用于灌注地下连续墙的混凝土应具有良好的和易性、缓凝性，初凝时间应满足浇筑要求。混凝土坍落度宜为180mm~220mm。

**10.1.3** 预制混凝土构件施工质量应符合现行国家标准的规定。

### **10.2 混凝土灌注**

**10.2.1** 地下连续墙应采用导管法浇筑混凝土。导管宜采用直径为200mm~350mm的钢管，导管内应放置隔水栓。管节拼接时，其接缝应密封、牢固，导管使用前应试拼装、试压，试水压力宜为0.6~1.0MPa。

**10.2.2** 槽段长度不大于6m时，混凝土宜采用两根导管同时浇筑；槽段长度大于6m时，混凝土宜采用三根导管同时浇筑。在混凝土灌注过程中可使导管上下小幅度振动，以密实混凝土；严禁导管横向移动。钢筋笼就位后应及时浇筑混凝土。

**10.2.3** 导管水平布置间距不宜大于 3m，距槽段两侧端部不宜大于1.5m。导管下端距槽底宜为 300mm~500mm。

**10.2.4** 浇筑混凝土应符合下列规定：

- 1 钢筋笼吊放就位后应及时灌注混凝土，间隔不宜超过 4h。
- 2 施工现场混凝土量应不少于设计量的1/3，混凝土初灌后，导管埋入混凝土内不宜小于 2.0m。同一单元槽段的各导管混凝土灌注应同时、同步、连续进行。
- 3 混凝土浇筑应均匀连续，间隔时间不应超过混凝土初凝时间。

- 4 槽内混凝土面上升速度宜控制在3m/h~5m/h；导管埋入混凝土深度宜为2.0m~6.0m；在混凝土灌注过程中应定时测量槽内混凝土面高度，及时调整不同导管间混凝土浇灌速度，保持槽内混凝土面高差小于300mm。
  - 5 每根导管分摊的浇筑面积宜基本均等。
  - 6 浇筑混凝土的充盈系数宜为1.0~1.2。
  - 7 地连墙混凝土灌注顶面宜高出设计墙顶标高至少500mm，确保凿除浮浆层后的混凝土强度等级达到设计要求。
  - 8 混凝土坍落度检验每幅槽段不应少于 3 次，抗压强度试件每幅槽段不应少于一组，且每 100 m<sup>3</sup>混凝土不应少于一组，永久性钢筋混凝土地下连续墙每5个槽段宜做抗渗试件一组
- 10.2.5** 冠梁施工时，应将桩顶浮浆、低强度混凝土及破碎部分清除。

### **10.3 墙底注浆**

- 10.3.1** 注浆管宜采用钢管，其管径、壁厚、长度和位置等应符合设计要求；当设计未规定管径和壁厚时，可采用管径为25mm~50mm、壁厚3mm的钢管制作。
- 10.3.2** 注浆管不得有裂缝、孔洞、堵塞等缺陷。注浆管连接宜采用接头丝扣或焊接连接方式，连接应牢固、严密。
- 10.3.3** 注浆管宜高出地面或冠梁顶面不小于500mm，并有临时封口防护。注浆管应与钢筋笼连接牢固，间距和排列方式应符合设计要求。
- 10.3.4** 注浆阀采用具有逆止功能的单向阀，应能承受相应的静水压力。地下连续墙混凝土初凝后终凝前应用高压水劈通压浆管路。
- 10.3.5** 注浆管应安装在钢筋内侧，与钢筋笼主筋绑扎或焊接固定。
- 10.3.6** 注浆前，宜根据现场条件选择有代表性的地点进行现场试验，根据试验成果确定施工方案、浆液配比和注浆参数。
- 10.3.7** 注浆液宜采用P.O 42.5级水泥配制，水胶比宜为0.5~0.6，浆液应过滤，滤网网眼应小于40μm。

**10.3.8** 注浆宜按照先深后浅的原则进行。

**10.3.9** 注浆宜分次进行，并符合下列规定。

- 1 初始注浆宜在连续墙成墙2d~3d后开始，严格控制注浆压力、注浆量和注浆速度，注浆流量宜为30L/min~50L/min，最大注浆流量不宜超过75L/min，初始注浆量宜为设计总量的80%。
- 2 第二次注浆在初始注浆完成3h后进行，注浆压力根据设计要求和现场试验确定，注浆流量宜为15L/min~30L/min，最大注浆流量不宜超过50L/min。终止注浆的控制：满足下列条件之一即可终止注浆：
  - 1) 注浆总量和注浆压力均达到设计要求；
  - 2) 注浆总量已达到设计值的80%，且注浆压力已超过设计最大值。

**10.3.10** 注浆过程中，应按设计要求进行监测，并做好记录。

# 11 预制地下连续墙

## 11.1 一般规定

**11.1.1** 预制地下连续墙单元槽段长度和幅宽应根据开挖深度、基坑平面尺寸、起重机能力和构件长细比确定。为便于运输和减少模具型号，单元槽段幅宽宜为1.5m~4m，可根据实际情况调整。

**11.1.2** 导墙的设置和施工应符合本规程第5章的规定。

**11.1.3** 成槽施工应符合下列规定：

- 1 成槽前应进行槽壁稳定性验算。
- 2 成槽施工宜采用连续成槽法进行。
- 3 成槽顺序宜先转角幅后直线幅。
- 4 成槽深度与墙段设计墙趾插入深度允许偏差为0~100mm。
- 5 成槽厚度宜比预制墙体厚度大20~30mm。
- 6 新拌制泥浆的性能指标应符合本规程表6.2.3的规定。
- 7 清基后槽内泥浆的性能指标应符合本规程表6.2.5的规定。

## 11.2 墙体制作

**11.2.1** 预制墙体宜在工厂制作，也可在现场预制。预制墙体可叠层制作，叠层数不应大于3层。叠层制作时，上层墙体的制作应在下层墙体的混凝土强度达到5.0Mpa以后进行。各层墙体间应采取隔离措施。

**11.2.2** 模具、钢筋骨架、混凝土施工等应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定。

**11.2.3** 制作模具应符合下列规定：

- 1 底模宜采用混凝土台座。台座下的地基应平整、坚实，排水畅通，地基承载力应满足制作荷载的要求。台座板侧向弯曲允许偏差应为墙段长度的1/1500且不应大于15mm，2m长度内台座的平整度允许偏差应为3mm。

- 2 芯模宜采用充气胶囊或预制成型的塑料泡沫。充气胶囊应在底层混凝土浇筑后放置充气，并应采用环形抗浮钢筋固定。抗浮钢筋间距不应大于300mm。上层、侧边混凝土初凝后，充气胶囊可放气回收。
- 3 侧模、端模下端应与混凝土台座连接固定，上口应采用对拉螺杆连接。对拉螺杆的设置间距应由计算确定，对拉螺杆应设止水片，侧模与端模交角应采用围檩固定。

#### **11.2.4 混凝土施工应符合下列规定：**

- 1 混凝土应采用水平分层连续浇筑。浇筑顺序应由墙体的一端向另一端，底层混凝土浇筑后，应立即安装胶囊芯模并充气再进行上层混凝土浇筑，停顿时间不应大于45min。芯模两侧的混凝土应对称浇筑振捣。
- 2 每浇筑1次混凝土应进行3次坍落度测试，浇筑过程的前中后应各1次。每一单元槽段混凝土应制作1组抗压强度试件，每100m<sup>3</sup>混凝土不应少于1组；每5个槽段应留置1组抗渗试件。

### **11.3 墙体运输和堆放**

**11.3.1** 预制墙体应达到设计强度的100%后方可运输及吊放。

**11.3.2** 预制墙体的就位吊点位置应按设计要求确定。设计无规定时，吊点位置应计算确定。起重钢丝绳与墙段水平的夹角不应小于45°。

**11.3.3** 预制墙体的堆放场地应平整、坚实、排水畅通。垫块宜放置在吊点处。底层垫块面积应满足墙段自重对地基荷载的有效扩散。预制墙体叠放层数不宜超过3层，上、下层垫块应放置在同一直线上。

**11.3.4** 预制墙体运输叠放层数不宜超过2层。墙体装车后应采用紧绳器与车板固定，钢丝绳与墙体阳角接触处应有护角措施。异形截面墙体运输时应有支撑措施。

### **11.4 墙体吊装**

**11.4.1** 预制墙体吊装前应具备下列条件：

- 1 槽段应完成并验槽合格。
- 2 槽段底部应均匀回填碎石，回填高度应高出墙体埋置底标高50mm。
- 3 根据墙幅布置，在导墙面上应划出墙体安放的分幅标记，并应放置预制墙体限位搁置横梁与导墙面上的埋件焊固。两搁置横梁放置标高的控制，应与墙体上的搁置点实测标高对应。
- 4 预制墙体应验收合格。

**11.4.2** 预制墙体的安放顺序应为先转角墙体后直线墙体。预制墙体安放闭合位置宜设在直线墙体上。闭合幅安放前，应实测闭合幅槽段上、下槽宽，并应根据实测数据，对闭合幅墙体安放作相应调整。

**11.4.3** 预制墙体的起吊和安放应符合下列规定：

- 1 起吊吊点应按设计要求或经计算确定，起吊过程中所产生的内力应验算，并应满足设计要求。
- 2 吊点设置和起重索具配置应满足墙段起吊回直后墙厚、墙宽两个方向处于铅垂状态的要求。
- 3 起吊回直过程应防止预制墙体根部拖行或着力过大。
- 4 墙体入槽、安放应平稳，并应使用经纬仪观察两个方向垂直度。

**11.4.4** 预制墙体安放允许偏差应符合表11.4.4的规定。

**表11.4.4 预制墙体安放允许偏差**

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检查数量		检验方法
			范围	点数	
1	预制墙顶标高	$\pm 10$	每幅墙体	2	水准仪
2	预制墙中心位移	$\leq 10$		1	钢尺检查

## 11.5 接头施工

**11.5.1** 预制地下连续墙根据连接接头形式可分为预制-现浇咬合装配式地下连续墙与全预制装配式地下连续墙。

**11.5.2** 预制-现浇咬合装配式地下连续墙也称“湿接头”工艺，是在相邻装配式地下连续墙接头部位采用水下浇筑混凝土接头桩工艺连接两侧装配式墙幅，形成整体。

**11.5.3** 全预制装配式地下连续墙采用预制混凝土墙板之间设置可靠连接形成的钢筋混凝土地下连续墙。采用预制地下连续墙永临结合方案的，应选择全预制装配式地下连续墙形式。

**11.5.4** 采用现浇接头施工应符合下列规定：

- 1 接头的施工应划分施工段，宜3~5个预制墙体作为一个施工段。
- 2 每段施工段最外侧的接头宜在下一施工段进行时施工。
- 3 接头施工前，应先对两侧墙体侧壁进行刷壁，再对接头位置进行清孔，最后吊放钢筋笼。
- 4 接头混凝土应采用水下浇筑。浇筑宜分两次进行，第一次可浇筑至基坑开挖面以下5m的高度，且接头应避开透水层；第二次浇筑应待第一次浇筑的混凝土终凝后进行，第二次浇筑应一次连续浇筑至规定的标高。
- 5 接头混凝土宜采用细石混凝土，混凝土强度等级应符合混凝土水下浇筑的相关要求，坍落度宜为200mm±20mm。
- 6 混凝土浇筑用导管内径不宜小于Φ200mm，导管埋入混凝土深度宜为2m~6m。混凝土浇筑及导管提升应缓慢。

**11.5.5** 采用全预制接头施工应符合下列规定：

- 1 全预制装配式地下连续墙可采用普通成槽机成槽，对周边环境较好的区域也可采用铣削式或渠式切割土体成槽。
- 2 接头拼装前应检查完整性及变形情况，采用金属接头的应在拼装前进行除锈，并确保无杂物。
- 3 相邻地下连续墙起吊至拼装位置后，通过定位后缓慢下放并与第一幅地下连续墙通过通过卡槽等有效连接构件拼接、下放至预定位置。

## **11.6 槽壁注浆**



**11.6.1** 预制墙体与槽壁间的前后缝隙宜采用压密注浆填充。

**11.6.2** 槽壁注浆施工应符合下列规定：

- 1 预制墙体与槽段前后缝隙压密注浆应在接头施工完毕后进行。
- 2 每个预制墙体宜设置2根注浆管，注浆时2根注浆管应均匀注浆。
- 3 浆液指标及注浆参数应符合表11.6.2的要求。
- 4 浆液应上泛至墙顶后停止注浆。

**表11.6.2 浆液指标及注浆参数**

序号	项 目	指标参数
1	水胶比	0.5~0.6
2	水玻璃掺量	2%~5%
3	注浆压力(Mpa)	0.2~0.4
4	注浆速度(L/min)	20

**11.6.3** 预制墙体段的搁置点应待墙底墙侧注浆达到设计强度的100%后拆除。

## 12 质量检测

### 12.1 成槽检测

**12.1.1** 施工中应对地下连续墙成槽质量进行检测。

**12.1.2** 钢筋混凝土地下连续墙作为永久结构使用时，应对全部槽段进行检测；钢筋混凝土地下连续墙作为临时结构使用时，成槽检测数量可抽检总槽段数的20%。检测内容应包括连续墙槽壁垂直度、槽宽、槽深、泥浆、沉渣厚度。

**12.1.3** 试成槽、异形槽（非矩形槽）应全部进行成槽质量检测。

**12.1.4** 地下连续墙成槽质量宜采用超声波反射法进行抽测，抽测内容应包括连续墙槽壁垂直度、槽宽、槽深。超声波仪器探头宜对准导墙中心轴线，探头超声波发射面应与导墙平行，每幅连续墙测点数一般不应少于3处，测点需沿连续墙轴线均匀布置。检测宜自槽口至槽孔底部连续进行，发现信号异常时应返回槽口进行复测。

**12.1.5** 地下连续墙成槽质量检测应在第一次清槽、相邻槽段接头清理完成，且槽内泥浆气泡基本消散后进行。

**12.1.6** 槽底沉渣厚度检测应在地下连续墙第二次清槽完成、混凝土灌注施工前进行。沉渣厚度检测宜采用测锤法。每个单元槽段沉渣厚度检测不应少于3次，检测点位应根据槽段长度均匀布置，3次检测结果的平均值作为最终检测结果。

**12.1.7** 成槽质量检验过程中，槽段出现连续3次检测不合格，或在检测过程中不合格的槽段数量大于总检验数量的30%时，除应进行复测外，尚应按原检验数量的2倍扩大检测。

### 12.2 墙体混凝土质量完整性检测

**12.2.1** 施工完成后，应对地下连续墙墙体质量进行检测。

**12.2.2** 地下连续墙墙体质量检验可采用声波透射法、钻芯法和预埋管分段取芯法。

**12.2.3** 采用声波透射法检测时，受检墙段混凝土强度不应小于设计强度的70%，且不应低于20MPa；当采用钻芯法检测墙体时，受

检墙段的混凝土龄期应达到28d或同条件养护试块强度应达到设计强度。

**12.2.4** 作为永久结构的地下连续墙墙体施工结束后，应采用声波透射法对墙体质量进行检验，同类型槽段的检验数量不应少于20%，且不得少于3幅。预埋声测管的墙段总数不应少于受检墙段数量的1.3倍。单幅槽段声测管的数量不宜少于4根，且宜布置在墙体截面四边的中点。

**12.2.5** 声测管设置应符合下列规定：

- 1 声测管应沿地下连续墙墙身通长设置，并在混凝土浇筑前将声测管有效固定；
- 2 声测管应有足够的径向刚度，声测管材料的温度系数应与混凝土接近；
- 3 声测管应下端封闭、上端加盖、管内无异物；声测管连接处应平顺过渡，管口应高出混凝土顶面100mm以上。

**12.2.6** 地下连续墙经声波透射法检测不合格或对检测结果难以判定时，可采用钻芯法进行验证。钻芯法检测结果无法判定时，可采用孔内成像法进行复核性检测，检测数量应根据工程具体情况经有关各方确认后确定。

**12.2.7** 当采用声波透射法检测墙体混凝土完整性，Ⅲ类及Ⅳ类墙体数量达到2幅或2幅以上时，除应进行复测外，尚应采用声波透射法在未检测墙体中进行扩大检测。当不具备声波透射法条件时可采用钻芯法，对于浅部存在缺陷处可进行开挖验证。

**12.2.8** 地下连续墙作为地下主体结构时，其质量检测尚应符合相关标准的要求。

## 13 质量验收

### 13.1 一般规定

**13.1.1** 地下连续墙工程质量检验与验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 中的相关规定。

**13.1.2** 地下连续墙工程划分为单位、分部、分项工程和检验批，作为施工质量检验、验收的基础。对本规程表13.1.4中未含的分项工程和检验批，可协商确定。

**13.1.3** 单位工程的划分应按下列原则确定：

- 1 地下连续墙单独作为防渗结构时应为一个单位工程；
- 2 当施工仅包含地下连续墙时，可以将其划为一个单位工程；
- 3 地下连续墙作为承重结构时应于其他相关结构共同构成一个单位工程。

**13.1.4** 地下连续墙工程的分部工程、分项工程、检验批的划分应符合表13.1.4的规定。

**表13.1.4 地下连续墙分部工程与相应的分项工程、检验批工程划分表**

分部工程	子分部工程		分项工程	检验批
地基与基础	地下连续墙	现场浇筑	导墙、成槽、钢筋笼（制作、安装）、水下混凝土、冠梁	每幅为1个检验批；构件预制按每批制作块
		预制构件	导墙、成槽、构件预制（模板与支架、钢筋、混凝土）、构件安装、冠梁	
主体结构	地下连续墙		导墙、成槽、钢筋笼（制作、安装）、水下混凝土（预制混凝土）、冠梁	每幅为1个检验批

**注：**（1）地下连续墙混凝土结构分项工程检验批的抽样检验数量，应按每个槽段进行抽样检测。

（2）冠梁的检查验收应执行现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204中的相关规定。

**13.1.5** 检验批、分项工程、分部工程、单位工程表格的填写应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204中的相关规定。

**13.1.6** 在吊装前应对钢筋、槽孔进行隐蔽工程验收，确认符合设计要求，应符合以下规定：

- 1 纵向受力钢筋的品种、规格、数量、位置等；
- 2 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率等；
- 3 箍筋、横向钢筋的品种、规格、数量、间距等；
- 4 预埋件的规格、数量、位置等；
- 5 槽壁形状、尺寸、深度、垂直度、沉渣厚度和泥浆比重等。

## **13.2 导 墙**

### **1 主控项目**

**13.2.1** 导墙的地基应坚实，其埋深应符合设计要求；预制导墙接头应连接牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

**13.2.2** 模板安装应稳定，支撑应牢固；模板及支架拆除时其混凝土强度应符合设计要求及现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，查施工记录。

**13.2.3** 钢筋的品种、级别、规格、数量应符合设计要求。

检查数量：抽样方式及数量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的规定。

检验方法：查产品出厂合格证、性能检验报告和进场复验报告。

**13.2.4** 混凝土抗压强度应符合设计要求。

检查数量：取样与试件留置应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的规定。

检验方法：查混凝土抗压强度试验报告。

### **2 一般项目**

**13.2.5** 现浇混凝土导墙模板安装的几何尺寸应符合设计要求，其安装允许偏差应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的规定。

**13.2.6** 导墙钢筋安装尺寸应符合设计要求，其安装允许偏差应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的规定。

**13.2.7** 导墙外侧填土应夯实，导墙不得有位移和变形。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，查施工记录。

**13.2.8** 导墙采用制结构时，验收应满足设计要求和现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，查施工记录。

**13.2.9** 导墙的平面位置、几何尺寸应符合设计要求，设计未要求时应符合表13.2.9导墙允许偏差的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，查施工记录。

**表13.2.9导墙允许偏差**

序号	项 目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
1	导墙平面位置	±10	每幅墙体	2	用全站仪测量两端
2	顶面标高	±10		3	用水准仪测量两端和中心
3	墙体宽度	0, +40		3	钢尺量测两端和中心
4	垂直度	<1/300H		3	用铅锤和钢尺量测两端和中心
5	墙面平整度	≤5		5	用2m靠尺和楔形塞尺量测四角及中心
6	内墙面净距	±10		3	钢尺量测两端和中心

注：H表示导墙的深度。

## 13.3 成 槽

### 主控项目

**13.3.1** 地下连续墙清槽后泥浆性能应符合设计要求和相关技术指标的要求。

检验数量：单元槽段泥浆置换结束1h后，于槽底以上0.5m～1.0m处取样，每幅不应少于2处，且每处不少于3次。

检验方法：采用比重计、漏斗计、洗砂瓶和电子PH值计现场检测泥浆的比重、粘度、含砂率和PH值等性能指标。

**13.3.2 槽壁垂直度**应符合设计要求。设计无要求时，永久结构槽壁垂直度允许偏差为1/300；临时结构槽壁垂直度允许偏差为1/200。

检验数量：当地下连续墙作为临时结构时，槽壁垂直度检测数量不得小于同条件总槽段数的20%，且不应少于10幅，每幅不少于2点；当地下连续墙作为主体结构时，应对每个槽段进行槽壁垂直度检测，每幅不少于2点。

检验方法：超声波反射法或成槽机的检测系统进行检测。

**13.3.3 槽底沉渣厚度**，对于永久结构，不应大于100mm；对于临时结构，不应大于200mm。

检验数量：100%检验，每幅抽取2点。

检验方法：重锤检测或沉积物测定仪。

一般项目

**13.3.4 地下连续墙成槽的允许偏差、检验频率及检验方法**应符合表13.3.4的规定。

表13.3.4 地下连续墙成槽允许偏差

序号	项 目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
				范围	点数	
1	成槽深度	临时结构	0～+200	每幅 （地下连续墙）	2	重锤检测
		永久结构	0～+100			
2	成槽厚度	临时结构	0～+50	按幅取20%	2	超声波反射法
		永久结构	0～+30	每幅（100%）		

13.4 钢筋笼制作和安装

主控项目

**13.4.1 钢筋笼中受力钢筋的品种、级别、规格、数量等**必须符合设计要求，力学性能应符合有关产品标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品合格证和质量证明文件、性能检验报告和进场复验报告，现场检查、钢尺量测。

**13.4.2** 钢筋接头施工和外观质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ107、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18的有关规定，接头力学性能应符合设计要求及相关规定。地下连续墙与地下室结构连接的接驳器（锥螺纹或直螺纹）应符合设计要求。钢筋的连接方式应符合设计要求。

检查数量：接头、接驳器等按规范要求进行抽样检验。

检查方法：检查产品合格证、外观检查记录、接头力学性能试验报告。

### 一般项目

**13.4.3** 钢筋笼制作平台应采用型钢制作，平整坚实。钢筋制作平台的平整度应控制在20mm以内。分节制作的钢筋笼制作时应试拼，拼装精度应符合设计要求。

检查数量：全数检查

检验方法：观察，尺量，检查验收记录。

**13.4.4** 钢筋表面不得有油渍、锈蚀等现象。钢筋加工、绑扎和焊接应符合设计要求，钢筋笼制作允许偏差应符合表13.4.4规定。

**表13.4.4 钢筋笼制作允许偏差**

序号	项 目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
				范围	数量	
1	长度		0，+100	每幅钢筋笼	3	钢尺量，每幅钢筋笼检查上、中、下3处
2	宽度		0，+10		3	
3	保护层厚度		0，+10		3	
4	主筋间距		±10		4	钢尺量，任取一断面，连续量取间距，取平均值作为一点，每幅钢筋笼上测4点
5	主筋排距		±5			
6	分布筋间距		±20			
7	永久结构预埋件中心位置	水平向	±10		20%	钢尺量
		垂直向	±20			



8	预埋钢筋和接驳器中心位置	±10		20%	钢尺量
9	钢筋笼弯曲度	1/300		1	钢尺量

**13.4.5** 钢筋笼主筋连接接头应逐一验收并做好标记，绑扎前清除钢筋表面锈、泥等污物；焊接接头外观应符合规定，焊接长度、高度应符合规范的规定，无过烧、咬肉、夹渣、气孔等现象。预埋件与主筋应焊接牢固，预留钢筋接头、接驳器外露处应包扎严密。

检查数量：全数检查

检验方法：观察，尺量，检查验收记录。

**13.4.6** 钢筋笼安装允许偏差符合表13.4.6规定。

**表13.4.6 钢筋笼安装允许偏差**

序号	项          目			允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
					范围	数量	
1	钢筋笼 安装位置	沿轴线 方向	永久结构	±20	每幅钢 筋笼	2	钢尺量，每幅钢筋笼 检查两侧各1处
临时结构			±50				
2		垂直轴 线方向	永久结构	±20		2	
			临时结构	±20			
3	钢筋笼 安装深度	永久结构		±10		2	
		临时结构		±50			

**13.4.7** 地下连续墙接头管（箱）应按照编码顺序安装牢固，位置偏差和垂直度应符合设计要求，当设计无要求时，十字钢板接头和工字钢接头顶面偏差应小于20mm；接头管（箱）的垂直度应小于1/300。预制接头平整度应小于5mm，侧向弯曲矢高不大于L/1000，且不大于20mm，无裂缝和露筋现象，上下节端头应平整无缝隙。

**13.4.8** 施工接头端面刷洗干净，钢板光滑顺平，无残留绕流混凝土、袋装砂土或泥屑。

检查数量：全数检查

检验方法：用超声波探测方法检测附着物和垂直度。

## **13.5 混凝土**

### **1 主控项目**

**13.5.1** 预拌混凝土进场时，其质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T14902的规定。其凝结时间、稠度等应满足施工要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查质量证明文件、现场检查。

**13.5.2** 地下连续墙的混凝土中氯离子含量和碱总含量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010的规定和设计要求。

检查数量：同一配合比的混凝土检查不应少于一次。

检验方法：检查原材料试验报告和氯离子、碱的总含量计算书。

**13.5.3** 地下连续墙混凝土的抗压强度、抗渗等级等应符合设计要求。

检查数量：对同一配合比混凝土，取样与试件留置应符合标准规定。抗压强度试件每一槽段不应少于1组，且每50m<sup>3</sup>混凝土不应少于1组；有抗渗要求时应留置抗渗试件，每500m<sup>3</sup>混凝土应留置一组抗渗试件，永久地下连续墙每5个槽段应留置一组抗渗试件。

检验方法：检查施工记录，混凝土抗压强度、抗渗等试验报告。

**13.5.4** 地下连续墙体应密实、均匀和完整。

检查数量：地下连续墙实施声波透射法检测墙段数量不宜小于同等条件下总墙段数量的20%，且不得少于3幅。每个检测墙段的预埋超声波管数不应少于4个，且宜布置在墙身截面的四边中点处。

检验方法：地下连续墙墙体混凝土质量应采用声波透射法。

### **2 一般项目**

**13.5.5** 地下连续墙墙面不得有混浆、夹泥、断墙、露筋、孔洞等现象。混凝土坍落度检验每幅槽段不应少于3次。

**13.5.6** 永久性地下连续墙不应有渗漏、线流等现象，平均渗水量应小于0.1L/m<sup>2</sup>/d。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

**13.5.7** 地下连续墙现浇结构允许偏差应符合表13.5.7的规定。

**表13.5.7 地下连续墙现浇结构允许偏差值**

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
				范围	数量	
1	平面位置	永久结构	0, +30	每幅（地下连续墙）	2	用尺量或用经纬仪检查
		临时结构	±30		2	
2	裸露墙面平整度	永久结构	<100		2	用钢尺量，为均匀粘性土层，若为松散、及易坍塌土层由设计决定
		临时结构	<150			
3	垂直度	永久结构	1/300		2	查灌注前浇筑记录，或查超声波检查记录
		临时结构	1/200			
4	预留孔洞		30		2	用钢尺量
5	预埋预、留连接筋的位置	永久结构	水平向		2	用钢尺量
			垂直向			
		临时结构	30		2	用钢尺量
6	墙体厚度		0, +50		2	用钢尺量
7	墙体深度		0, +200		1	查灌注前记录
8	相邻槽段错位		<0.3%H		2	用钢尺量

注：H为地连墙深度（mm）。

**13.5.8** 地下连续墙预制墙板应一次浇筑，墙板的接头（凸榫）不得存在破损等缺陷。预制墙板允许偏差应符合表13.5.8规定。

**表13.5.8 地下连续墙预制墙板允许偏差**

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围	数量	

1	长度		±50	每块预制板	2	钢尺量，每块预制板检查上、下2处
2	横截面边长	宽度	±10		2	
		厚度	+10，—5		2	
3	榫槽中心对墙板轴线的位移		7		2	钢尺量，任取一断面，连续量取间距，取平均值作为一点，每块预制板上测2点
4	榫槽表面错牙		3			
5	表面平整度		10			
6	墙板侧向弯曲矢高		L/1000，且不大于20		20%	钢尺量
7	墙板顶外伸钢筋长度		±20		20%	钢尺量
8	吊点和预留孔的位置		±50			

注：L为墙板长度（mm）。

**13.5.9** 地下连续墙预制墙板安装前置换的自凝泥浆强度应符合设计要求，预制墙板安装应符合表13.5.9规定。

**表13.5.9 地下连续墙预制墙板安装允许偏差**

序号	项 目	允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	数量	
1	纵轴线位置	30	每块预制板	2	钢尺量，每块预制板沿轴线检查2处
2	顶面高程	+50，0		2	
3	墙板间缝隙宽度	±25		1	钢尺量
4	相邻板墙纵轴线相对偏差	20		1	

## 14 质量缺陷处理

**14.0.1** 地下连续墙成槽过程中出现大范围坍孔现象时，应进行回填处理并重新成槽。

**14.0.2** 地下连续墙采用导管法浇筑混凝土，发生堵管、埋管、拔空等状况形成夹泥缺陷时，宜采用下列措施进行补强：

- 1 一般缺陷修复时，可在缺陷部位钻孔，采用高压水清洗夹泥，并宜压注强度高一个等级的水泥浆，处理完成后宜采用钻孔取芯检测补强质量，并应满足设计要求；
- 2 缺陷严重时，宜在缺陷位置补做地下连续墙或灌注桩，并采取止水措施。

**14.0.3** 地下连续墙接头箱(接头管等)发生断裂、埋管等状况形成缺陷时，可在地下连续墙迎土面接缝处补做灌注桩并采取止水措施。

**14.0.4** 地下连续墙发生渗漏水情况时，宜采取下列修补措施：

- 1 渗漏水量较小时，可采取快速凝结的水泥浆堵漏方法；
- 2 渗漏水量较大或渗漏水形成管涌、流土现象时宜先在坑内进行堆土反压并在地下连续墙迎土面渗漏部位采取双液注浆、聚氨酯注浆、高压喷射注浆等堵漏方法。

**14.0.5** 地下连续墙发生露筋缺陷时，可采用下列修补措施：

- 1 先对露筋部位进行凿毛、除锈、清洗处理；
- 2 对表面露筋，可采取1：2或1：2.5水泥砂浆将露筋部位抹压平整；
- 3 对深部露筋，应采取喷射混凝土的方式进行修补，强度应高于地下连续墙混凝土一个等级；
- 4 有孔洞时，封钢板并浇筑细石混凝土，强度应高于地下连续墙混凝土一个等级。

**14.0.6** 地下连续墙倾斜、侵界时，宜采用下列修补措施：

- 1 当出现一般倾斜时，可凿除侵界部分墙体，并采取补强结构等措施；
- 2 当出现严重倾斜时，可在缺陷部位外侧进行补做地下连续墙或灌注桩，并凿除侵界部分墙体，采取补强结构等措施。

**14.0.7** 墙顶超灌高度未达到设计要求时，应对地下连续墙进行修补至设计标高。

**14.0.8** 接驳器、预埋件不符合设计要求时，可采取后植筋的修补措施。

# 15 绿色施工

## 15.1 职业健康与安全

**15.1.1** 地下连续墙安全文明施工应符合现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ59的有关规定，并应建立应急组织机构，识别危险源并编制应急预案。

**15.1.2** 现场施工临时用电应符合现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46的有关规定。

**15.1.3** 开工前，应对施工人员进行专门的安全教育和安全技术交底。

**15.1.4** 机电设备应由专人操作，操作时应遵守操作规程，特殊工种应持证上岗。

**15.1.5** 导墙和施工的槽段应设置警示牌、安全警戒线或围挡，已完工的槽段应采取回填处理、添加盖板或设置安全围栏等防护措施。

**15.1.6** 施工机械设备性能应按现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33的有关规定进行检查。

**15.1.7** 各种卷扬机、成槽机械及起重机钢丝绳的磨损应按现行国家标准《起重机钢丝绳保养、维护、安装、检验和报废》GB/T5972的有关规定进行检查。

**15.1.8** 外露传动系统应有防护罩并设有安全警示牌。

**15.1.9** 起重机械尾部500mm回转半径内不应有障碍物；起重机吊钢筋笼时，应先吊离地面200mm~500mm，检查起重机的稳定性、制动器的可靠性、吊点和钢筋笼的牢固程度，应确认可靠后再继续进行起吊作业。

**15.1.10** 成槽机械、起重机械工作时，吊臂下严禁站人。施工作业区四周应设置明显标志，严禁非操作人员入内。

**15.1.11** 成槽机械、起重机械在靠近架空输电线路附近作业时，与架空输电线路之间的安全距离应符合相关规定。达不到规定时，必须采取绝缘隔离防护措施，并应悬挂醒目的警告标志。

**15.1.12** 钢筋笼、预制地下连续墙等构件的吊装作业安全应符合现行行业标准《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ276的有关规定。

**15.1.13** 出现风力大于6级及以上或大雨、大雪、大雾、雷电等恶劣天气时，应停止钢筋笼及预制地下连续墙段的吊装工作。

**15.1.14** 接头管、接头箱顶拔应采用专用装置，严禁采用起重机直接起拔。

**15.1.15** 焊、割作业点与氧气瓶、乙炔瓶、易燃易爆物品的距离和防火要求应符合现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规程》GB50720的有关规定。

## **15.2 环境保护**

**15.2.1** 地下连续墙施工过程中的环境保护应符合国家现行标准《建筑工程绿色施工规范》GB/T50905、《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ146的有关规定。

**15.2.2** 地下连续墙施工前，应对周边建筑物、管线制定保护措施及工程监测方案。

**15.2.3** 地下连续墙施工过程中，应采取下列措施控制噪声污染：

- 1 选用低噪声、低振动的机械设备；
- 2 施工车辆进入现场时不得鸣笛；
- 3 机械设备的维修保养应符合国家现行有关标准的规定及设备维保的要求。

**15.2.4** 施工期间的噪声控制应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523的有关规定。

**15.2.5** 地下连续墙施工过程中应采取下列措施控制扬尘污染：

- 1 施工现场产生的废土、渣土等应集中堆放，并采取遮挡、掩盖或水淋等降尘措施；
- 2 施工现场水泥、膨润土等颗粒散体材料，应封闭堆放、贮存并及时清运；
- 3 使用洒水设备定时洒水降尘。

**15.2.6** 地下连续墙施工过程中应采取下列措施控制光污染：



- 1 应根据现场和周边环境采取限时施工、遮光等减少光污染的措施；
- 2 照明设施应加设灯罩，透光方向应集中在场内作业区域；
- 3 钢筋笼加工场地宜设置活动屏障。

**15.2.7** 施工现场应设置排水系统，施工过程中泥浆排放应符合下列规定：

- 4 污水应经沉淀过滤达到排放要求；
- 5 对施工过程中产生的泥浆宜采取泥水分离系统进行干化处理，处理后的土和水应达到排放要求；
- 6 废弃物处理设施设置应符合环保要求；
- 7 运送废弃泥浆和废弃物时应采用封闭的罐装车，不得有撒落、溢出或泄漏现象。

**15.2.8** 地下连续墙成槽过程中应采取槽壁稳定措施，减小对周边环境的影响。

**15.2.9** 地下连续墙施工过程中，应对管线、沟槽进行定期检查并及时清理淤积物。

**15.2.10** 地下连续墙工程施工现场出入口处应设置冲洗设施。

## 附录 A：记录表格

表A.0.1 地下连续墙成槽施工记录表

[illegible]

工程负责人: \_\_\_\_\_

质量员: \_\_\_\_\_

记录: \_\_\_\_\_

表A.0.2 地下连续墙清槽质量检验记录表

工程名称: \_\_\_\_\_ 施工单位: \_\_\_\_\_

槽段编号 \_\_\_\_\_ 槽段长度 \_\_\_\_\_ m 清槽方法 \_\_\_\_\_ 导墙顶标高 \_\_\_\_\_

施工机组 \_\_\_\_\_ 清槽日期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

[illegible]

工程负责人: \_\_\_\_\_ 质量员: \_\_\_\_\_ 记录: \_\_\_\_\_

表A.0.3 地下连续墙混凝土灌注记录表

工程名称: \_\_\_\_\_ 施工单位: \_\_\_\_\_

槽段编号 \_\_\_\_\_ 设计墙体厚度 D \_\_\_\_\_ m 槽段长度 L \_\_\_\_\_ m 槽深 H \_\_\_\_\_ m

设计墙顶标高 \_\_\_\_\_ m 设计墙底标高 \_\_\_\_\_ m 灌注前槽底标高 \_\_\_\_\_ m 导墙顶标高 \_\_\_\_\_ m

设计混凝土方量 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> 实际灌注混凝土方量 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup> 混凝土强度等级 \_\_\_\_\_

混凝土超灌高度 \_\_\_\_\_ m 充盈系数 \_\_\_\_\_ 混凝土抗渗等级 \_\_\_\_\_

混凝土坍落度 \_\_\_\_\_ mm 导管距槽底距离 \_\_\_\_\_ m 导管总长 \_\_\_\_\_ m

灌注开始时间: \_\_\_\_\_ 灌注完毕时间: \_\_\_\_\_ 沉渣厚度 \_\_\_\_\_ mm

[illegible]

工程负责人: \_\_\_\_\_ 质量员: \_\_\_\_\_ 记录: \_\_\_\_\_

表A.0.4 地下连续墙竣工验收记录表

工程名称		分包单位	
施工单位		结构类型	永久结构□ 临时结构□
轴线长度		规格、数量	
序号	检验内容	检 查 结 果	
1	墙顶标高		
2	基坑开挖深度		
3	接头部位		
4	墙体质量		
5	墙面质量		
6	渗漏水情况		
建设单位验收结论		设计单位验收结论	
项目专业负责人： 年 月 日		设计负责人： 年 月 日	
施工单位检查结果		监理单位检查结果	
项目专业负责人： 年 月 日		监理工程师： 年 月 日	

表A.0.5 地下连续墙墙底注浆施工记录表

工程名称：\_\_\_\_\_ 水泥强度等级：\_\_\_\_\_

施工单位：\_\_\_\_\_ 水灰比：\_\_\_\_\_ 施工部位：\_\_\_\_\_

序号	日期	编号	搅拌时间 (min)	注浆时间		水泥用量 (kg)	流量速率 (L/min)	终止压力 (MPa)	备注
				开始	结束				

项目负责人：\_\_\_\_\_ 质量员：\_\_\_\_\_ 记录员：\_\_\_\_\_

## 本规程用词说明

- 1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的用词：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 本条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑地基基础工程施工规范》GB51004
- 2 《地下铁道工程施工及验收规范》GB50299
- 3 《地下防水工程质量验收规范》GB50208
- 4 《地下工程防水技术规范》GB50108
- 5 《建筑地基基础工程质量验收规范》GB50202
- 6 《混凝土结构工程施工规范》GB50666
- 7 《混凝土结构设计规范》GB50010
- 8 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204
- 9 《混凝土质量控制标准》GB50164
- 10 《混凝土强度检验评定标准》GBJ107
- 11 《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497
- 12 《建筑施工组织设计规范》GB/T50502
- 13 《复合地基技术规范》GB/T50783
- 14 《钻井膨润土》GB/T5005
- 15 《建筑地基处理技术规范》JGJ79
- 16 《建筑基桩检测技术规范》JGJ106
- 17 《建筑基坑支护技术规程》JGJ120
- 18 《钢筋焊接及验收规程》JGJ18
- 19 《钢筋机械连接技术规程》JGJ107
- 20 《建筑施工安全检查标准》JGJ59
- 21 《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ146
- 22 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33
- 23 《施工现场临时用电安全技术规程》JGJ46
- 24 《港口工程地下连续墙结构设计施工规程》JTJ303
- 25 《水工混凝土施工规范》DL/T5144



天津市工程建设标准

天津市钢筋混凝土地下连续墙  
施工技术规范

DB/T29-103-XXXX

条 文 说 明

## 修 订 说 明

《天津市钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》DB/T29-103-xxxx，是根据《市住房城乡建设委关于公布2024年度天津市工程建设地方规程复审结果的通知》（津住建设函〔2024〕293号）进行修编的。

本规程是对《钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》DB29-103-2018进行修订而成。上一版的主编单位是天津市地质工程勘察院、天津市地质基础工程公司，参编单位是天津大学建筑工程学院、天津市建筑设计院、天津市地下铁道集团有限公司、天津市建工工程总承包有限公司中铁隧道集团有限公司、天津城建大学土木工程学院、天津深基工程有限公司；主要起草人员是：聂瑞平、李子安、孙宝利、郑依依、张俊红、周相国、郝金山、王献敏、顾晓鲁、郑刚、郑虹、朱敢平、邢克宣、郑建民、王璞、孙振营、孙维平、任连海、李东、李跃义、杜慧科、杨宝红、陈丰、杨志武、武恒、高梓旺、袁甲、栗红宇、龚浩、曾建华、黄艳萍、程明辉、樊勇军、霍镜。

本规程修订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国工程建设领域钢筋混凝土地下连续墙施工技术的实践经验，同时参考了国内外先进技术的最新成果及相关国家标准和行业标准，特别是在地铁各线交叉换乘站较深钢筋混凝土地下连续墙的施工中取得了许多重要技术参数，积累了许多新资料，充分反映了天津市钢筋混凝土地下连续墙施工技术的发展和水平。经过本次对2018年版《钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》进行修订和补充，可以更好地指导天津市钢筋混凝土地下连续墙的施工。

为了便于广大建设单位、设计单位、监理单位、施工单位、科研单位、大中专院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《天津市钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

本规程历次版本发布情况为：

- 《钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》DB29-103-2004
- 《钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》DB29-103-2010
- 《钢筋混凝土地下连续墙施工技术规范》DB29-103-2018

## 目 次

1	总 则 .....	63
3	基本规定 .....	65
4	施工准备 .....	66
5	导墙施工 .....	70
6	泥浆制备 .....	73
6.1	一般规定 .....	73
6.2	泥浆制备 .....	75
7	成槽施工 .....	80
7.1	一般规定 .....	80
7.2	成槽 .....	81
7.3	刷壁及清基 .....	84
7.4	质量控制 .....	85
8	接头施工 .....	87
8.1	一般规定 .....	87
8.1	接头管（箱）施工 .....	88
8.3	橡胶止水接头 .....	91
8.4	十字钢板接头 .....	92
8.5	工字钢板接头 .....	93
8.6	套铣接头 .....	93
9	钢筋笼制作与吊放 .....	94
9.1	钢筋笼制作 .....	94
9.2	吊 装 .....	95
10	混凝土灌注与墙底注浆 .....	97
10.1	一般规定 .....	97

10.2	混凝土灌注 .....	97
10.3	墙底注浆 .....	98
11	预制地下连续墙 .....	100
11.1	一般规定 .....	100
11.2	墙体制作 .....	101
11.3	墙体运输和堆放 .....	101
11.4	墙体吊装 .....	101
10.5	接头施工 .....	102
12	质量检测与工程监测 .....	104
12.1	成槽质量检测 .....	104
12.2	墙体质量检测 .....	105
13	工程验收 .....	106
14	质量缺陷处理 .....	107
15	绿色施工 .....	110

# 1 总 则

**1.0.1** 钢筋混凝土地下连续墙施工在国内的发展十分迅速，得到了广泛的应用，与其具有的以下优点是密不可分的：施工噪音小，墙体刚度大，防渗性能好，适用范围广，施工时占地少，充分发挥投资效益，工效高，工期短，安全可靠。由于钢筋混凝土地下连续墙施工工序多、工艺复杂、环境保护要求高，工程质量关键点难以控制，所以在钢筋混凝土地下连续墙施工过程中，加强对施工过程的质量安全控制是十分必要的。

**1.0.2** 随着天津地区城市建设规模的扩大，大量高层建筑的出现以及轨道交通建设蓬勃发展，钢筋混凝土地下连续墙施工技术在工业与民用建筑、市政、地铁、人防、港口工程中得到广泛应用，它不仅用于基坑支护结构，而且可以用于承重的基础或集挡土、承重、防水（渗）于一身的结构墙。

**1.0.3** 天津地区第四系工程地质、水文地质条件比较复杂。从北至南多由洪积相、洪积-冲积相、冲积-海积相、海积相组成。洪积相、洪积-冲积相地层多由砂卵砾石、砂性土及粘性土组成，适合于液压抓斗成槽，有时需辅以冲击式成槽，成槽效率较低；冲积-海积相、海积相地层多由砂性土、粉土、粘性土及淤泥、淤泥质土组成，适合于用抓斗式成槽机和回转式成槽机成槽，成槽效率高。水文地质条件多由浅层潜水、浅层微承压水及承压水组成。

本节还说明了本规程的适用范围，这也充分反应了天津市钢筋混凝土地下连续墙施工技术的发展和水平。目前天津地区已建和在建的钢筋混凝土地下连续墙最大深度已接近70m，最小厚度为600mm。对于墙厚小于600mm的钢筋混凝土地下连续墙的钢筋笼中，存在下放导管困难，影响混凝土的灌注，所以本规程规定钢筋混凝土地下连续墙的最小厚度一般为600mm。对于厚度大于1600mm的钢筋混凝土地下连续墙，在施工中存在泥浆护壁效果不理想，成槽时间长、易塌槽等缺点，针对天津地区的地质条件，不适合厚度大于1600mm钢筋混凝土地下连续墙的施工。所以厚度

超过1600mm钢筋混凝土地下连续墙不在本规程规定的范围内，厚度超过1600mm钢筋混凝土地下连续墙的施工需要进行专家论证。

**1.0.4** 其他相关现行标准包括并不限于《建筑地基基础工程施工规范》GB51004、《地下铁道工程施工及验收规范》GB50299、《地下防水工程质量验收规范》GB50208、《地下工程防水技术规范》GB50108、《建筑地基基础工程质量验收规范》GB50202、《混凝土结构工程施工规范》GB50666、《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《混凝土质量控制标准》GB50164、《混凝土强度检验评定标准》GBJ107、《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497、《建筑施工组织设计规范》GB/T50502、《复合地基技术规范》GB/T50783、《钻井膨润土》GB/T5005、《建筑地基处理技术规范》JGJ79、《建筑基桩检测技术规范》JGJ106、《建筑基坑支护技术规程》JGJ120、《钢筋焊接及验收规程》JGJ18、《钢筋机械连接技术规程》JGJ107、《建筑施工安全检查标准》JGJ59、《建筑施工现场环境与卫生标准》JGJ146、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33、《施工现场临时用电安全技术规程》JGJ46、《港口工程地下连续墙结构与施工规程》JTJ303、《水工混凝土施工规范》DL/T5144等，应根据工程性质、设计要求、施工内容等，按照相关规范的适用范围遵照执行。

### 3 基本规定

**3.0.1** 在原有建（构）筑物及基础设施附近施工钢筋混凝土地下连续墙前，必须了解原有建（构）筑物结构及周边环境情况，必须了解地下基础设施的走向及分布情况，如果影响原有建（构）筑物及地下基础设施的安全，应采取有效措施进行保护。

**3.0.2** 非电工人员严禁擅动现场内的电气开关和电气设备。未经许可任何人不能擅动非本职工作范围内的一切机械设备。对于特殊工种的作业及作业现场，应有专门的安全技术措施。

**3.0.3、3.0.4、3.0.5、3.0.6、3.0.7**是针对钢筋混凝土地下连续墙施工安全和环境保护要求所作的规定。

**3.0.8** 钢筋混凝土地下连续墙工程施工时会有泥渣掉落，为了防止进入施工现场车辆将泥渣等污物带出，因此按照环保要求驶出施工现场的车辆必须经过清洗。

**3.0.9** 临近钢筋混凝土地下连续墙的建（构）筑物、城市道路、各种地下管线（电缆、光缆、燃气、自来水、污水及供热等）等都需要保护，施工时应根据这些因素对钢筋混凝土地下连续墙成槽施工的影响制定有效措施，减小成槽施工对其造成的影响。

## 4 施工准备

**4.0.1** 目前钢筋混凝土地下连续墙工程施工多在市中心地带、人口密集区域，施工场地周围分布很多建（构）筑物、地下管线、道路等。钢筋混凝土地下连续墙施工时会对已有建（构）筑物、周边环境、地下管线、道路等产生一定的影响，为了做到对周边建（构）筑物影响的预测以及采取相应的保护措施，要先对其进行评估或鉴定。评估或鉴定工作应由建设单位委托有该项资质的第三方承担，钢筋混凝土地下连续墙施工单位应积极配合，完成此项工作。

**4.0.2** 钢筋混凝土地下连续墙施工所用的机械设备、材料等运进现场前，需要调查所经过的道路、桥梁通行能力。各种施工机械及操作平台、临时设施、渣土堆放区、泥浆池、循环道路等平面位置状况，现有的供水、供电（电压、容量等）条件，临近建（筑）筑物的高度、类型和基础型式，地下的各种管道、电缆、混凝土结构物、空中线缆等均需要在施工前调查清楚。凡是妨碍钢筋混凝土地下连续墙施工的地下、地面和空中障碍物需要在施工前拆除或切改，否则严重影响正常施工。还应考虑施工产生的噪声污染和光污染对附近学校、居民区、医院等公共场所造成的影响。

**4.0.3** 钢筋混凝土地下连续墙施工应收集的资料：

1 施工现场的地形状况及原有建（构）筑物基础平面图是进行施工场地总体布置的依据，若地形起伏不平必须进行平整，然后进行场地硬化，满足大型起重设备及成槽机械的正常行走，如果原有建（构）筑物影响钢筋混凝土地下连续墙施工应在施工前予以拆除。

2 施工现场的水文地质条件、工程地质条件、气象、水文条件是选择成槽设备、成槽方法和确定工期的重要依据，了解相关要求，然后进行针对性的施工组织安排。

3 邻近建（构）筑物、地下管线的资料是保证邻近建（构）筑物及地下管线安全的前提条件，也是制定其保护措施的依据。

4 测量控制点是工程施工定位的依据。



5 设计图纸和说明书是进行工程施工的依据，施工前必须详细阅读设计说明书，掌握设计意图，认真审阅设计图纸，严格按照设计图纸施工。

6 施工组织设计、专项吊装方案是指导工程施工的依据，施工前必须编制详细施工组织设计、专项吊装方案，并经过审批，对符合专家论证的项目必须通过专家论证，施工期间严格按审批过的施工组织设计、专项吊装方案施工。

**4.0.4** 在进行钢筋混凝土地下连续墙施工准备和早期的施工组织时，必须根据钢筋混凝土地下连续墙中心线处的地质资料确定施工工艺，选择主要施工设备。地质资料不详细或不准确，可能造成选择施工工艺不当，造成施工准备不足，继而延误工期，甚至影响工程质量，国内钢筋混凝土地下连续墙施工中这样的教训不少。在国外，对第四系覆盖层勘察时，一般都进行动力触探试验，通过测定锤击数的N值，对土层的物理力学性质特别是密实程度进行判别，并依此确定其可控性，进而确定施工工艺及设备配置。这一经验应予以学习和借鉴。

在天津地区范围内，局部分布着两层密实、坚硬、较厚的地层，对成槽影响较大。第一层是层底埋深约43.50m~54.00m的粉砂层，常见厚度2.0m~7.0m，土层特征为：褐色、夹粉土和细砂，无层理，工程性质较好，密实；第二层是层底埋深约54.00m~59.00m的粉土、粉砂层，常见厚度3.5m~9.0m，土层特征为：灰色，局部为细砂，工程性质较好，密实。在这两个地层施工中钢筋混凝土地下连续墙较困难，成槽效率不高。

另外，天津地区的微承压水和承压水对钢筋混凝土地下连续墙的设计与施工影响较大，应组织技术力量研究天津地区承压水稳定性特点及对钢筋混凝土地下连续墙设计与施工的影响。当成槽施工区域存在厚粉土层、粉砂层等较硬地层时，成槽效率低下，可考虑采用旋挖钻机或回转钻机钻导向孔的办法提高成槽效率。

**4.0.5** 施工前，钢筋混凝土地下连续墙施工单位参加由建设单位组织的施工图纸会审、设计交底等工作，可以让钢筋混凝土地下连续墙施工单位理解设计意图、施工疑难点，有针对性的制定施工方案，更好的指导施工。

**4.0.6** 钢筋混凝土地下连续墙施工由多个工序组成，而每一个工序的质量问题都会对下一工序施工造成影响，如果某一工序出现质量问题，返工处理较为困难，因此在开工之前必须在详细研究施工区域现场情况、工程规模、工程地质、水文地质、施工障碍、作业条件等的基础上编制用于指导施工的施工组织设计，并报监理工程师批准后实施。钢筋混凝土地下连续墙施工单位必须严格按照已经批准的施工组织设计进行施工，当遇到特殊情况时可与监理单位和建设单位进行协商解决，如遇到非本规程涵盖的常规工序，应组织专家进行论证。本条款给出了施工组织设计应包括的主要内容。

**4.0.7** 钢筋混凝土地下连续墙施工投入的人力、物力和设备较多，为保证工程顺利进行，钢筋混凝土地面硬化应在开工前完成。地面硬化的混凝土强度等级及厚度应满足施工要求，满足施工要求主要指的是满足成槽机挖槽、大型吊车负重、混凝土运输车行走的需要。其中施工设备的选择受地层情况、工期要求、场地等客观条件的影响。近年来，履带式成槽机、大型履带式吊装机械已广泛用于钢筋混凝土地下连续墙施工，由于该类设备重量大，为了槽孔及设备的安全，对其施工作业平台提出了较高要求。不同的施工设备对施工平台宽度和厚度的要求差别很大，在此对施工平台宽度和厚度不便做出统一的规定

当地表下浅层有较厚杂填土或淤泥层时应考虑机械振动对槽壁稳定性的影响，大型履带吊车负重行走到槽孔附近时会将振动传递到地层中，如遇地下浅表层有较厚杂填土或淤泥层时，重力及振动的影响会使槽壁挤向槽孔，而灌注混凝土时商品混凝土运输车及所载混凝土重量及振动更加剧了槽壁挤向槽孔的程度，甚至于有的槽壁紧贴钢筋笼，导致灌注混凝土时不能将钢筋包裹住而产生露筋现象，因此对于钢筋混凝土地下连续墙施工来讲，修筑满足施工要求的道路及场地是保证工程质量和安全施工的必要条件。

**4.0.8** 施工用测量控制点，是工程施工定位和水准测量的基点，一般由建设单位统一规划，贯穿整个施工过程，直接影响施工精度。因此，应放在不受施工影响的地方妥善保护，并应经常复核。

**4.0.9** 钢筋混凝土地下连续墙施工中需要取样复试的原材料主要是混凝土、水泥及各种规格的钢筋和直螺纹，原材料的取样复试应按《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204规定执行。

## 5 导墙施工

**5.0.1** 当周边环境保护要求较高时，可考虑现场实际情况，根据需要对槽壁四周土体进行加固。可采用搅拌桩加固或高压喷射注浆。

**5.0.2** 导墙是钢筋混凝土地下连续墙施工的重要临时设施。导墙的功能不仅是在成槽中给成槽机具提供导向，同时能防止泥浆液面波动而反复冲刷槽口，使槽口保持稳定，还能够承受土层压力和施工机械的荷载，并要支撑混凝土灌注平台、导管、钢筋笼、接头管（箱）等临时荷载，还要做墙体轴线和深度测量基准，因此要求其具有一定的强度、刚度和精度，并应建造在坚实的地基上。

钢筋混凝土地下连续墙施工完毕后，作为临时结构的导墙应拆除清运。

2 为了防止导墙侧面和底部土体掏刷后坍塌及产生过大变形，规定导墙应坐落于密实的原状土层上；在使用机械开挖导墙沟槽时严禁超挖扰动原状土，若遇松散杂填土层超出导墙设计深度500mm以内，宜将其清除，然后用灰土或粘土回填夯实；若遇松散杂填土层超出导墙设计深度500mm以上时，可采取土体加固措施。导墙下地层加固方法主要包括：对松散杂填土可采用振动压实法加固，对软弱土层可采用深层水泥搅拌加固法、高压旋喷加固法、注浆加固法、三轴搅拌加固法等。加固深度视地质条件而定，最小不少于7m，务使导墙坐落于密实坚固的地层上。

3 导墙直形墙的垂直程度是决定钢筋混凝土地下连续墙能否保持垂直的首要条件，因此规定直形墙内墙面应垂直，其内间距稍大一些是为了使施工机械能够顺利地出入槽孔，导墙内间距由所选择的成槽机械类型决定。

**5.0.3** 导墙在早期一般为木质结构，其稳定性不好，易造成槽口坍塌，故从20世纪70年代末期开始，已多为钢筋混凝土结构所代替。在地质条件合适、槽孔施工周期短的情况下，导墙也可用预

制钢筋混凝土、钢结构型式，其特点是可周转使用，降低成本。但目前这种导墙结构型式主要用于矩形灌注桩工程中。现在绝大多数钢筋混凝土地下连续墙的导墙采用钢筋混凝土结构，一般导墙混凝土强度等级不低于C20，以确保在施工过程中不变形，并能承受钢筋笼、拔管机起拔接头管（箱）等临时载荷。

导墙在施工过程中，为了满足其使用要求，要充分考虑地质条件，荷载及地下水状态。其结构有多种型式，常用的有“ㄣ”型、“L”型、“U”型等。

**5.0.4** 导墙高度由槽口土质条件、所承受的荷载和槽孔施工周期等因素决定。泥浆液面高出地下水位0.5m是为了保持泥浆液面对地下水的压力，防止地下水渗入槽内，破坏槽壁而引起槽壁坍塌。

**5.0.6** 修筑导墙时外放300mm~500mm，在钢筋混凝土地下连续墙转角处制成“T”型或十字型等异型交叉，使得成槽机能够顺利起抓，确保钢筋混凝土地下连续墙在转角处的断面完整。

**5.0.7** 依据现行的《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202，并参照了《港口工程地下连续墙结构与施工规程》JTJ303的规定和工程实践经验，本条对导墙施工的允许偏差作出规定。

施工间隙：成槽过程中，成槽机具顺利进出导墙，其机具外侧到直形墙内侧的距离。当使用抓斗式成槽机成槽时，施工间隙为40mm~60mm；当使用回转式成槽机和冲击式成槽机成槽时，施工间隙为60mm~100mm。

**5.0.8** 导墙施工应符合一般规定

2 “ㄣ”型、“L”型两种类型导墙在制作过程中都要将导墙沟两侧的土体挖走，等灌注完混凝土后再回填，回填时需用粘性土或熟石灰拌合土并分层夯实，使导墙和背侧的土成为一个整体，防止成槽时泥浆渗入引起坍塌。

3 本条规定也是防止施工过程中出现安全事故，因为钢筋混凝土地下连续墙一般使用液压拔管机起拔接头管（箱），接头部

位将承受较大的作用力。若与导墙施工缝重合时更易使导墙产生变形，从而影响正常施工。

7 在沿海地区施工时，受潮汐作用影响，地下水位会有很大幅度波动，为防止涨潮时地下水位高于泥浆液面，导墙内泥浆液面应高出涨潮时的最高水位1.5m以上。

**5.0.9** 本条规定了导墙混凝土灌注及养护期间应采取的施工方法，加设内支撑是为了防止大型机械移动造成土体挤压而引起导墙变形、位移。在导墙混凝土达到设计强度等级之前应减少导墙附近的荷载。施工过程中，如果导墙严重变形或导墙底部坍塌，影响正常施工时，可采取以下方法处理：如改善导墙地基条件或提高槽孔内护壁泥浆性能；在变形破坏部位修补一段导墙；回填槽孔，拆除严重变形不能使用的导墙，处理塌坑，重新修筑导墙。

**5.0.12** 导墙的稳定是钢筋混凝土地下连续墙顺利施工的首要条件，在成槽施工过程中，应加强对导墙的观测，如果发现导墙沉降和位移，应立即采取措施进行处理。

## 6 泥浆制备

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本条简明扼要地阐述了泥浆应具备的性能。泥浆在钢筋混凝土地下连续墙工程施工中起着很重要的作用，是保证成槽施工质量的重要因素，也是决定成墙质量的重要因素，必须从根本上加以重视。

泥浆首先必须具有良好的物理性能，如较小的失水量，形成稳定致密的泥皮；适当的重度，起到支撑槽壁、稳定地层的作用。

泥浆良好的流变性能主要有以下三个方面的作用：一是有利于稳定槽壁；二是适当的动切力和塑性粘度之比（动塑比），有利于悬浮和携带泥渣颗粒，有助于成槽施工；三是可减小成槽时槽内泥浆对槽壁产生的压力，可以防止槽壁坍塌等。

泥浆的稳定性是指在正常成槽施工时，泥浆中的分散粗颗粒不易下沉和不易聚结变大而下沉的性质。

条文中的“水泥浆污染”是指处理漏失地层向槽内投放水泥、混凝土灌注时泥浆和混凝土表面接触以及散落在槽内的混凝土等所造成的泥浆性能下降的结果。水泥浆污染即是钙污染，当钙离子含量达到0.1‰时就足以使泥浆失去胶体性质，水泥浆污染后泥浆失水量增大，泥皮增厚且松散，粘度、动切力增加，pH值升高，形成所谓的“絮凝”现象。所以，应尽量避免向槽内加水泥和向槽内散落混凝土。为提高泥浆的抗水泥浆污染能力和处理轻度污染的泥浆，可在泥浆中加些纯碱、复合磷酸盐等分散剂。

钢筋混凝土地下连续墙施工保持槽壁稳定性防止槽壁坍塌十分关键。一旦发生槽壁坍塌，不仅可能造成“埋机”危险、机械设备倾覆，同时还将引起周边地面沉陷，影响到邻近建（构）筑物和地下管线等的安全。如果泥浆性能不稳定则会使槽壁产生局部失衡，引起超灌现象，导致后续灌注混凝土的充盈系数增大，增加施工成本和难度。若泥浆性能不佳，也可能造成浮浆层过厚、墙体夹泥、墙缝夹泥、墙面露筋、蜂窝、沙眼、鼓包等缺陷，难

以确保钢筋混凝土地下连续墙墙顶混凝土强度等级及墙体混凝土质量。因此确保槽壁稳定和混凝土灌注质量是泥浆最重要的两个作用。

**6.1.2** 本条阐明了选择制备泥浆原材料的重要因素。施工条件主要包括钢筋混凝土地下连续墙轴线处的工程地质条件、水文地质条件和原材料的开采、运输及质量等条件。

膨润土泥浆性能优于粘土泥浆，如采用循环出渣、回收净化再重复使用的工艺，其耗费量和成本将大幅度下降，对环境的污染小，因此宜优先选用膨润土制浆。施工过程中应检测泥浆指标，可根据成槽情况对泥浆性能指标进行动态调控，并完成泥浆质量检测记录。当土层含盐量高或受化学污染时，应采用专用泥浆并通过试验确定泥浆配合比。

在施工所在地无较好的粘土，而膨润土因运距等原因成本太高时，可考虑使用两种原材料的混合料制浆，其配比通过试验确定。

目前在市场上已经出现一种新型泥浆材料，属高分子聚合物，它是由化工原料制成，被称为无土泥浆，这种泥浆在国外使用较普遍，国内工程实例使用的较少。采用这种材料制备的泥浆必须达到很好的护壁效果才能使用，其配比必须通过试验才能确定。

**6.1.3** 膨润土是以蒙脱石为主要矿物成分的一种非金属矿产。在进行矿物成分分析时，可以确定粘土的类型，而根据蒙脱石含量的高低，还可初步确定其造浆性能。对土样进行化学分析后，依据 $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 克分子的比值（约为4）和 $\text{MgO}$ 的含量，也可确定粘土的类型。另外根据蒙脱石所含的高碱性阳离子的种类和含量的分析，可把膨润土划分为钠质膨润土和钙质膨润土。对于膨润土可不作矿物成分和化学成分分析，而可直接依据《钻井膨润土》GB/T5005进行鉴定与选用。

对施工所在地开采的膨润土，应对其矿物成分和化学成分进行分析，并采取土样制浆化验，参照上述标准判定其质量。



**6.1.4** 在钢筋混凝土地下连续墙工程施工中，泥浆流失较大，一般大型工程项目需几台设备同时施工，加上施工的连续性要求等；因此泥浆池（罐）容量应大于所成槽段体积的2倍，本条是指一台成槽机械设备施工时泥浆池（罐）的最小容量。

4 在易产生泥浆渗漏的卵砾石地层中施工时，提高泥浆粘度能增强槽壁稳定性，减少渗漏。为了防止出现因泥浆的突然流失而导致泥浆面骤然下降，应增加泥浆储备量，及时向槽内补充泥浆并在严重漏失地层中填入堵漏材料并采取堵漏措施，保持泥浆液面高度，从而保证槽壁的稳定性。

**6.1.5** 高速搅拌机是指搅拌转速达1200r/min以上的搅拌机。旋流式搅拌机的送浆泵的泵叶也起搅拌作用，其转速达1200r/min以上，也属高速搅拌机。膨润土与水混合后经过24h方可达到完全的溶胀，因此泥浆搅拌后应存放24h以上并加入适量的分散剂，使之充分水化。如用高速搅拌机制备膨润土泥浆，新浆的溶胀时间可由普通搅拌机存放的24h减至4h。

**6.1.6** 当前大多数基坑工程的开挖深度都较深，相应地使钢筋混凝土地下连续墙有效深度越来越深，成槽深度增加了，成槽时间延长了，钢筋笼也就越来越重了，随之而来的是使用大型履带吊车吊放钢筋笼，在吊放钢筋笼过程中对槽壁有刮蹭，尤其遇到淤泥层槽壁缩径时刮蹭严重，会造成槽内积累的泥渣较多；另外从成槽完毕到吊放接头管（箱）、吊放钢筋笼、摆放混凝土灌注平台、下放混凝土灌注导管，差不多几个小时过去了，而此时在泥浆中悬浮的泥渣基本上也沉到了槽底，如果槽底沉淀物超标应进行二次清孔并换浆，否则会造成钢筋混凝土地下连续墙墙缝夹泥现象严重，给基坑开挖时留下隐患，特别严重时危及开挖基坑的安全。因此在施工中要严格按照表6.2.5执行。

## **6.2 泥浆制备**

**6.2.1** 泥浆的原材料应符合下列规定

1 泥浆制备材料的选用与施工设备有关，抓斗式成槽机和冲击式成槽机成槽时多选用膨润土制备泥浆，也可根据施工地区粘土情况选用当地粘土制浆。回转式成槽机成槽时多采用原土造浆，用回转式成槽机成槽时，向沟槽内输入清水，若地层中粘性土层较厚，清水与钻头切削下来的泥土拌和，边成槽边形成泥浆，其性能指标一般能满足表6.2.3的要求，若不符合要求时，可加入适量的粘土或膨润土。

2 应根据本条款规定的标准尽量选择优质粘土制备泥浆。因粘粒含量大于50%的优质粘土来源有限，故本标准修订为45%。

3 本条提出的“洁净的淡水”，指的是矿物质含量不高，清洁无泥沙，不含有机质、油质等有害物质的水。在可能对泥浆产生污染的施工区域，应采取的保证泥浆质量的措施有：采用符合饮用水标准的水配制泥浆；使用泥浆罐等容器对泥浆进行存放；遇到矿化度较高的咸水时，一般加纯碱（ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ）使水软化。

4 一般常用的分散剂有工业用纯碱和复合磷酸盐，增粘剂有羧甲基化学纤维素和改性淀粉，加重剂有重晶石粉，防漏剂有云母片、粘土球、锯末，稀释剂有铁铬岩粉等。

泥浆性能好坏很大程度上取决于粘土颗粒的分散和水化程度，化学处理剂的加入，从本质上讲可以改变粘土的分散和水化能力。为了使泥浆性能适合于地层状态和施工条件，通常要在泥浆中加入适当的外加剂。这些外加剂大体可分为：分散剂、增粘剂、加重剂、防漏剂、防腐剂。而这些外加剂可以单独使用，也可以联合使用，以求达到提高泥浆性能的目的。各种常用泥浆外加剂的主要功能见表6.0.11所示：

表6.2.1 常用外加剂

外加剂种类	使用目的	名称
分散剂	1.防止盐分或水泥等对泥浆的污染 2.有盐分或水泥等污染之后，用于泥浆的再生 3.增强防止地基坍塌的作用 4.提高泥水分离性能	复合磷酸盐类、六甲基磷酸钠、三（聚）磷酸钠，碱类、木质素磺酸盐类、腐植酸类等
增粘剂	1.增强防止地层坍塌的作用	纤维素类、聚醚类，丙烯酸类、

	2.提高挖槽效率 3.对于盐分或水泥等污染，有保护膨润土凝胶的作用	石棉类等
加重剂	增加泥浆比重，提高地层的稳定性	重晶石、铁砂、铜渣矿、方铅矿粉末等
防漏剂	防止泥浆在地基中漏失	晶石细粉末、珍珠岩、泥浆纤维、云母片、粘土球、锯末、稻草、水泥等
防腐剂	防止CMC等有机外加剂在夏季高温时腐败变质	硫酸钠等

**6.2.2** 对施工过程中的泥浆测试项目，只列出了最基本的四项指标。在实际施工过程中，可针对不同的施工阶段（成槽、清槽换浆、灌注混凝土），成槽的不同工艺和是否吊放钢筋笼等条件，视需要增加若干指标，以满足施工的特殊需要。

由于必要的泥浆粘度和比重是保证槽壁稳定的前提，槽壁的稳定性和其土质和地下水直接相关，因此不同的土质对泥浆的粘度要求也不同。现依据国内外的资料和应用膨润土泥浆的工程实践，给出了一个常用的新制备膨润土泥浆性能控制指标，这个指标参照了《地下铁道工程施工及验收规范》GB50299 和《地下连续墙的设计施工与应用》（丛蔼森编著）等资料。具体运用这些指标时，应根据地层情况予以修正，如漏失地层、松软地层、高承压水地层等。上述指标中未包括的反映泥浆流变性能的一些指标，如塑性粘度、动切力等，根据工程地质条件和成槽工艺的要求，也可提出标准进行检测。

泥浆的重度是由泥浆的天然密度乘以重力加速度而得，单位为 $\text{kN/m}^3$ ；现场测量泥浆的重度一般使用比重秤进行测量，也有使用比重计进行测量的，但使用比重秤测量泥浆的重度比较精准。

泥浆粘度是泥浆流变性的主要指标，泥浆在流动时，其内部存在着摩擦力，内摩擦力的大小一般用“粘度”的大小来反映，单位是秒，一般为20~30秒，测量泥浆的粘度一般用500ml/700ml漏斗进行测量。

含砂量一般指在单位容积的泥浆中所含砂的多少，使用含砂量计进行测量。

泥皮（泥饼）是泥浆在透水界面上渗透失水后留下的一层粘土颗粒和部分地层颗粒的混合物。在试验室中，把失水量试验留下的泥皮的厚度做为泥浆的泥皮厚度。泥皮厚度 $H$ 按下式计算：

$$H = \frac{V_f}{A \frac{C_c}{C_m} - 1} \quad \text{公式（1）}$$

式中： $H$ 为泥皮厚度（mm）；

$V_f$ 为泥浆失水量（ml/min）；

$A$ 为渗滤面积（mm<sup>2</sup>）；

$C_c$ 为泥饼中固相的体积（mm<sup>3</sup>）；

$C_m$ 为泥浆中的固相含量（mm<sup>3</sup>）；

可以看出，泥皮厚度不仅决定于失水量的大小，也和泥浆的固相含量及其类型有关，要降低泥皮厚度，不仅要降低失水量，还要从降低固相含量、改变固相性质等方面采取措施，随着失水量和固相含量的减少， $C_c/C_m$ 增大，泥饼厚度亦将变小，当泥浆中固相含量不断增多，致使 $C_m$ 接近于 $C_c$ 时，泥皮厚度将急剧增加。一般情况下，泥皮厚度随着静置时间的增加而变小，随着压力的增加而变小。泥浆受到过量水泥浆污染时，它的失水量和泥皮厚度随着静置时间的增加而急剧增加。

泥浆pH值即表示泥浆溶液酸性或碱性程度的数值，一般为9~11。

本条中涉及到两类泥浆试验仪器，这反映目前国内是两类仪器并存的现状：一类是符合国际上通用的API（美国石油协会）标准的，一类是仿前苏（联）式的。例如946ml /1500ml马氏漏斗是符合API标准的，而500ml/700ml漏斗是仿苏式的。

**6.2.3** 本条文中仅列出了新制备的粘土泥浆应达到的性能指标，这也是近年来根据一些工程实践经验得出的，在钢筋混凝土地下连续墙施工中可参考使用。

**6.2.5** 循环使用的泥浆由于在成槽过程中泥渣的混入、土体颗粒和地下水中的阳离子的混入，灌注混凝土时水泥浆中钙离子的混入，破坏了泥浆中电解质的平衡，改变了泥浆性能而使之劣化。劣化程度取决于成槽方式、土质和混凝土灌注方法，根据其劣化程度决定废弃或再生处理重复使用。依据以往工程实践并参照了《港口工程地下连续墙结构与施工规程》JTJ303规定了灌注水下混凝土之前循环使用的泥浆性能控制指标。循环使用的泥浆需进行净化再生处理以达到表6.2.5的控制指标，通常有物理再生处理（除砂器、沉淀池等）和化学再生处理（分散剂）以调整其性能，降低工程成本，提高其重复使用率。

## 7 成槽施工

### 7.1 一般规定

**7.1.2** 由于施工区所处的地质条件不同，成槽深度和厚度不同，施工的作业环境条件也不一样，不同的施工机械其性能、效率和精度也不同，因此应选择适当的成槽机械满足施工要求，提高工作效率，保证成槽质量。

目前，在天津地区主要成槽机械归纳有三种类型：抓斗式、回转式和冲击式。均各有其适用条件。液压抓斗式成槽机在粘性土和标贯击数中密以下（ $N < 30$ ）的砂性土层中，成槽效率高，精度高，对地层冲击力小，宜靠近建（构）筑物施工；回转式成槽机的适用深度较大，适用土质范围较广，从淤泥质软土层到密实砂层、卵砾石层以及风化岩层等，成槽精度高，扩孔率小，对地层冲击力小，不易塌孔，可靠近建（构）筑物施工，由于采用泥浆循环，泥浆设备较多，环境污染较重，成槽效率较低。冲击式成槽机适用深度更大，适用地层更广，但成槽效率低、精度差，对地层冲击力大，扩孔率大，不宜靠近建（构）筑物施工。

在天津地区其他成槽机械有双轮铣成槽机、机械抓斗成槽机，由于应用较少，性能各有特点。

**7.1.3** 本条为单元槽段划分时的一般原则。“墙体平面形状”是指钢筋混凝土地下连续墙的拐（角）弯、分叉等具体形状，此时应根据结构要求和施工方便考虑槽段划分。天津地区的地质条件较为复杂，一般规定标准通用单元槽段长度为6m。对于在稳定性较差地层中施工，应尽量缩小单元槽段长度，避免槽壁坍塌，对于稳定性较好地层可适当加大单元槽段长度。

**7.1.4** 拐角处槽段外放距离应符合成槽机械张开最大尺寸，确保槽孔拐角处垂直度。采用铣接头工艺时，一期槽段长度宜为2.8m~7.0m，二期槽段长度宜为2.8m，以匹配铣槽机的作业精度及接头对接要求

**7.1.7** 随着钢筋混凝土地下连续墙施工技术越来越成熟，无需在场地外试成槽，宜选择本工程第一个首开单元槽段作为试成槽。

**7.1.8** 与邻近建(构)筑物的水平距离，需注意建(构)筑物上部的外挑空间；与地下连续墙施工的水平距离不宜小于1.5m，净空的高度及宽度需满足施工机械的性能要求。当水平距离小于1.5m 时，需采取适当的措施保证正常施工。

## **7.2 成槽**

**7.2.1** 本条文为单元槽段的成槽垂直度提供了保障。

**7.2.2** 本条的规定是为了保持槽内足够的泥浆静压力，以维持槽壁的稳定。

**7.2.3** 在成槽施工过程中，槽壁稳定性与地质条件、成槽速度、成槽后空置时间、槽宽、泥浆性能等有关，为减少坍塌几率，应快速连续进行成槽作业。成槽清孔验收后，应尽快完成吊放钢筋笼，下入导管，灌注混凝土工作。

因天津大部分地区属软土地层，在成槽施工过程中难免有局部坍塌现象发生，依严重程度可选择下述方法进行处理：一是确认局部坍塌位置后，在其相应位置上的钢筋笼处布设木模板或尼龙布，防止该位置产生混凝土绕流；二是对地质条件较差且容易形成局部坍塌的地段，可用接头处布设薄铁皮或尼龙布的办法减少绕流混凝土；三是若发生严重槽壁坍塌现象时，可回填槽孔，过一段时间地层稳定后，重新进行成槽施工。

**7.2.4** 成槽机成槽时的槽壁垂直度直接决定钢筋混凝土地下连续墙墙体垂直度，根据以往施工经验，在施工过程中应加强观测。若槽壁出现偏斜，早期发现用成槽机修槽是可行的；若发现不及时，用成槽机修槽效果不理想。因此必须在施工过程中加以控制，目前市场上已出现了带有纠偏功能的成槽机械，针对深槽施工应优先选用带纠偏功能的成槽设备进行施工，这样才能保证工程质量满足设计要求。若在成槽过程中出现泥浆大量漏失及槽壁出现严重坍塌，应及时补浆，向槽内充填粘土，以防引起更为严重的

地面沉降或塌陷，破坏邻近建（构）筑物及地下管线，然后查明原因制定相应方案，采取相应措施。

### 7.2.5 抓斗工艺成槽

1 成槽机应具备垂直度显示仪表和纠偏装置，成槽过程中应进行纠偏，异形槽段成槽时槽壁前后、左右的垂直度均应满足设计要求。

4 L形、T形等折线形槽段的成槽施工宜在相邻槽段施工完成后进行。

5 单元槽段成槽过程中抽检泥浆指标不应少于3次。

**7.2.6** 冲抓成槽工艺适用于周边环境要求不高的较硬岩土层。对周边环境要求不高，指对冲孔引起的噪声、振动不敏感的周边环境。否则，不宜采用冲抓成槽工艺。

2 为避免冲击成孔的孔内事故对成槽的不利影响，制定本条规定。

**7.2.7** 引孔的孔位不合理时，易造成后续成槽机抓槽时垂直度偏差过大，引起斜槽，因此引孔位置需尽量对称。

**7.2.8** 液压抓斗在标贯击数 $N$ 大于50的土层中，成槽效率低、精度难以控制，因此可采用铣槽机成槽。

采用抓铣结合工艺成槽时，先用抓斗抓除浅层软土，遇到粉砂层、岩层等地层后再用铣槽机成槽，但如果抓斗成槽过程中偏斜过大，会导致后来的铣槽机纠偏困难，因此一旦发现抓斗成槽倾斜过大，需及时改用铣槽机成槽，以便于铣槽机正常纠偏，确保成槽精度。

### 7.2.10 套铣工艺成槽

1 铣槽机施工的套铣法接头地下连续墙分幅只能有两种形式：一期槽和二期槽，铣槽机不能成槽后继幅，因为它不能做到单边切土、单边切混凝土，单边切会使铣斗两侧受力不均匀导致偏斜，无法形成止水接头。

由于套铣接头对端头精度要求非常高，因此一期槽成槽时，两铣之间的中间留土厚度不宜小于600mm (图7.2.10)，以保证铣槽



纠偏过程中液压推板可靠，确保铣斗两侧受力保持一致，否则也会导致成槽偏斜。

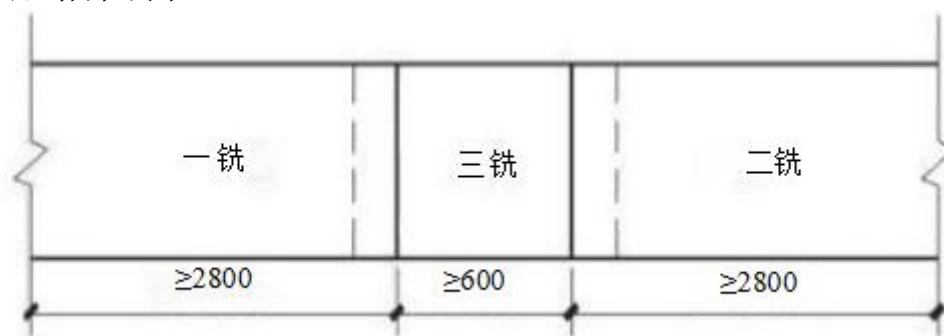


图7.2.10 一期槽段三铣示意图

铣槽机在抽浆时才可以正式铣槽，但因为铣槽机吸浆口距离槽底约 4m，因此要放入槽内 4m 深以下时才可以成槽。

3 二期槽铣槽由于要切割两侧混凝土，因此纠偏控制较为困难，其中开孔的精度控制尤为重要。控制好最初8m~12m深度的精度，将非常有利于后面的精度控制，所以要控制好最初8m 的铣槽速度。

4 二期槽铣槽过程中需根据相邻一期槽段精度、土层情况和切削混凝土厚度及形状等进行纠偏，确保成槽精度，并确保对一期槽端头套铣部分进行有效切割，以保证接头的止水要求。

**7.2.11** 在钢筋混凝土地下连续墙工程成槽施工中，对槽底沉渣厚度的要求还是比较严格的，有时候钢筋混凝土地下连续墙施工单位故意把槽孔挖深，这样沉渣厚度就“符合”要求了，但是这种做法是极其错误的，这样做会把超标的沉渣留在槽孔底部，成墙后将导致墙体沉降、墙顶浮浆层过大、墙体内部夹泥和墙缝夹泥等诸多严重的后果，因此规定严禁超挖成槽。

**7.2.12** 如果钢筋混凝土地下连续墙施工各道工序衔接紧凑，清槽合格后4h内开始灌注混凝土是完全可以做到的。对于因吊放钢筋笼等原因不能在4h内灌注混凝土的槽段，应重新检测槽孔底部沉渣厚度和泥浆性能指标。如这些指标合格，就可以灌注混凝土；如泥浆性能指标不合格，可通过换浆进行调整泥浆性能指标，如

合格也可以灌注混凝土。如沉渣厚度不合格，可通过混凝土导管用泥浆流把沉渣冲浮起来，再灌注混凝土。如果槽孔底部沉渣严重超标的话，就必须将导管和钢筋笼提出来重新清槽换浆，清槽合格后再灌注混凝土，以确保钢筋混凝土地下连续墙的墙体质量。

**7.2.14** 清除槽孔周围的各类废弃物，是为了避免其进入槽孔污染泥浆和槽孔底部沉渣，影响槽壁稳定和灌注质量。

## **7.3 刷壁及清基**

**7.3.1** 接头处的土渣一方面是由于混凝土流动推挤到单元槽段接头处，另一方面是先施工的槽段接头面上附有的泥皮和土渣。因此为保证单元槽段接头部位的抗渗性能，在清槽过程中还要对先施工的墙体接头面上的土渣和泥皮用刷子刷除。

**7.3.2** 近年来，越来越多的钢筋混凝土地下连续墙施工中采用膨润土泥浆护壁，有利于槽壁稳定，能保证清槽质量。但是近年来大多数基坑工程（尤其是轨道交通工程）的开挖深度都较深，相应的钢筋混凝土地下连续墙有效墙深越来越深，成槽深度增加，成槽时间延长，钢筋笼也就越来越重，随之而来的是使用大型履带吊车吊放钢筋笼。在吊放钢筋笼过程中，钢筋笼两侧虽然有保护层垫块，但钢筋笼仍然对槽壁有刮蹭，尤其遇到淤泥层槽壁缩径时和纠偏位置刮蹭严重，这样就造成槽孔底部堆积的沉渣较多。另外从成槽完毕到吊放接头管（箱）、吊放钢筋笼、摆放混凝土灌注平台、下放导管，需要几个小时。此时泥浆中悬浮的沉渣基本上也沉到了槽孔底部，可能造成沉渣超标。如果槽孔底部沉淀物超标则应进行二次清孔、换浆，否则会造成钢筋混凝土地下连续墙墙缝夹泥现象严重，造成基坑开挖时钢筋混凝土地下连续墙接缝处漏水，特别严重时会危及开挖基坑的安全，因此在施工中须严格控制槽孔底部沉渣厚度。

**7.3.3** 由于槽底沉渣很难被混凝土置换出来，部分沉渣会残留于槽孔底部及侧壁上，降低墙体承载力，加大沉降量，降低防渗性能。若灌注过程中混杂于混凝土中会降低混凝土流动性，而造成

灌注困难，成墙后会降低墙体混凝土强度和均匀性，因此，必须进行清槽。清槽换浆方法应根据地层特点、成槽工艺综合确定。抓斗清渣法比较直接、方便，清槽质量好，泵吸法和气举法相对于传统的抽筒法更能保证清槽质量，所以加以推荐。

**7.3.4** 铣槽机成槽工艺是将土打碎后经过泥浆分离系统循环的过程，但是由于泥浆处理设备能力有限，无法将泥浆中的土、砂颗粒全部分离，因此铣槽机铣槽过程中泥浆中的固相含量相当大，反映在泥浆上则比重大、粘度高，如果在清孔时不100%置换槽内泥浆，会造成清孔后还会有泥沙沉淀形成槽底沉渣，影响地下连续墙施工质量。

## **7.4 质量控制**

**7.4.3** 本条款规定的成槽允许偏差是依据目前成槽机械与施工水平，并参照了《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202、《港口工程地下连续墙结构设计施工规程》JTJ303和《地下连续墙的设计施工与应用》（丛蔼森编著）综合制定的。

由于槽孔底部垂直偏差大小和槽段深度是成正比的，因此对于深槽来讲，偏差大将影响吊放钢筋笼。近年来天津地区钢筋混凝土地下连续墙工程正朝着超大超深发展，在一些钢筋混凝土地下连续墙工程施工中，存在着钢筋笼吊放不到位以及墙体露筋等现象，造成这种现象的原因是槽孔底部垂直偏差过大。杜绝类似问题的有效措施就是提高成槽的垂直精度。目前对于一些超深超大规模的钢筋混凝土地下连续墙工程，均要求选择带有自动检测垂直度并能够纠偏的成槽机械设备，这样就能保证钢筋混凝土地下连续墙较高垂直度的要求，从而使钢筋混凝土地下连续墙工程施工有了安全和质量保证。

**7.4.5** 钢筋混凝土地下连续墙施工单位对成槽质量自检分两种情况，第一种情况是成槽施工后本身成槽设备带有自检装置可直接对槽孔进行检测。第二种情况是对基坑开挖深度较大的工程，除

成槽设备自身装置自检外，对每幅槽段接头位置应做超声波检测，并分析检测结果，如发现问题及时处理。

## 8 接头施工

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 钢筋混凝土地下连续墙的接头部位是钢筋混凝土地下连续墙施工的薄弱环节，无论是在墙体质量上还是在抗漏性能上都较差，因此钢筋混凝土地下连续墙槽段之间的连接缝越多，渗漏的几率就越大，因此在条件许可时，宜减少槽段连接缝。

**8.0.2** 钢筋混凝土地下连续墙的转角处的施工接头一般被称为冷缝，冷缝可造成钢筋混凝土地下连续墙墙体受力不均，位移过大，抗渗性能下降等风险，严重影响钢筋混凝土地下连续墙的使用，因此，要求严禁有冷缝出现。目前在钢筋混凝土地下连续墙施工中，异形槽段越来越多，为了保证墙体开挖时，钢筋混凝土地下连续墙墙体的稳定性，施工接头严禁设置于钢筋混凝土地下连续墙的转角处。

**8.1.2** 按槽段施工接头处承受外荷载方式，常用的可分接头管接头、钢板接头和预制接头。其中钢板接头分为工字型钢板、王字型钢板、十字型钢板、V型钢板等。在钢筋混凝土地下连续墙施工中，施工接头型式主要根据钢筋混凝土地下连续墙的性质、受力状况和抗渗要求而定。接头管接头具有成本低、施工便捷等特点；钢板接头具有止水、防渗效果较好、连接强度高等特点；预制接头易于制造、运输方便、操作简便、防渗效果好。无论采用何种接头型式，均应达到抗渗、止水、槽段连接等功能要求。

**8.1.5** 在钢筋混凝土地下连续墙工程施工中，普通施工接头只放置圆形或梯形接头管就可以挡住混凝土了，拔出接头管后与后续的槽段进行衔接形成连续墙体。当施工接头为工字型钢板、王字型钢板、十字型钢板、V型钢板等型式时，需要放置相应形状的接头箱，与后续的槽段相衔接形成连续墙体，钢板及接头箱规格要精确，不允许有变形，否则钢板与接头箱相互咬死，会发生接头箱拔不出来的质量事故。在灌注混凝土过程中微动接头管（箱），是为了有效地破坏粘着力，减少摩阻力，使拔管（箱）阻力大幅

度下降；接头管（箱）插入槽底300mm~500mm，是为了在灌注混凝土过程中微动接头管（箱）时防止混凝土从接头管（箱）底部流入接头管（箱）内。

根据多年的施工经验，在钢筋混凝土地下连续墙工程施工中，基于接头管起拔设备的起拔能力、起拔方式、接头管连接部位承受能力、施工场地的承受能力以及混凝土对接头管的握裹力情况，施工槽孔超过一定深度的钢筋混凝土地下连续墙工程建议使用工字型钢板、王字型钢板、十字型钢板、V型钢板等型式做为施工接头，并在其外侧放置相应形状的接头箱。这样，可以在施工中能够减少一些质量和安全方面的隐患。

遇到较深的钢筋混凝土地下连续墙工程时，因有水泥浆绕流到接头箱与钢板接触部位，会造成接头箱起拔困难。所以规定墙体开挖底板以下5.0m~7.0m到槽底可以不放置接头箱，只用接头钢板挡住混凝土，而将接头箱外侧空隙用土团袋填充并密实来防止接头钢板发生变形和混凝土绕流，后续槽段施工时将土团袋清理干净。需要说明的是，在有些钢板接头工程施工中可以通长不放置接头箱，而全部用土团袋填充并密实，质量也能保证，但缺点是回填和成槽的工程量较大，冲槽和刷壁较困难。

## **8.1 接头管（箱）施工**

**8.2.2** 因为施工接头起到连接两个单元槽段的作用，本条款给出了接头管（箱）法施工应遵守的规定和一般要求：

1 接头管法是国内外使用最多的一种槽段连接方法。该方法是在单元槽段挖完后，开始混凝土灌注前，在其竖向端头处下入钢制的接头管。待灌注的混凝土初凝后，采用专用机械将接头管拔出，从而在两期槽孔之间形成一定形状的曲面混凝土，混凝土曲面的背面为土层和填料，要求接头管能承受最大的流态混凝土的侧压力和抗拔力，又不使其本身变形过大。

2 采用工字、王字、十字、V型钢板接头施工时，在单元槽段挖完之后，于一端或两端吊放敞口接头箱，再吊放带接头钢板

的钢筋笼，接头钢板伸出的部分就进入了敞口的接头箱中。在灌注槽段混凝土时，由于接头钢板的作用，混凝土不会流入箱内。拔出接头箱后就形成了外伸的施工接头，在灌注下一槽段的混凝土时，就成为连续的止水施工接头。

制作接头箱时，应充分考虑接头型式，尽量减小外形曲面尺寸，以减小起拔力，并且在使用过程中不能有变形。另外要强调的是，制作钢板接头也不能有任何变形，否则与接头箱相互咬死，会造成铸箱事故。

在有淤泥夹层或夹有薄沙层的地基中，钢筋混凝土地下连续墙槽孔在此部位可能局部塌孔而加大槽宽；即使在一般的地层中，也可能由于成槽机具反复上下移动而加大槽宽。因此在插入接头箱后，在其后面尚有空隙，在灌注混凝土时，就会有少部分混凝土通过钢板接头与槽壁的空隙渗透到接头箱部位，导致接头箱起拔困难，且在拔完接头箱后形成一个空心的混凝土环，多余的混凝土就给下一槽段的施工带来麻烦。因此下好接头箱后，一般在钢筋笼接头的余下的空隙中用碎石子拌和壤土装袋子进行回填，并确保回填密实，以阻断灌注混凝土时混凝土流入此空隙。

防止发生混凝土绕流的有效措施是：在钢板接头侧板外焊接防绕流铁皮（俗称给钢筋笼穿裙子）。即在钢筋笼加工时预先在型钢的侧板外侧焊接0.25mm~0.5mm厚的镀锌铁皮，沿着型钢两侧通长布置，宽度600mm左右，与钢筋笼面平行。这样在灌注混凝土时，混凝土通过导管灌入后，开始向墙的两侧流动，防绕流铁皮之间的混凝土流动会将铁皮推向两侧，使铁皮外侧贴紧槽壁，然后会随着混凝土压力的加大渐渐变形，当铁皮变形弯曲部分靠到型钢上时，就不再继续向槽外扩张，这样就可以有效地阻止混凝土绕流。

3 对槽孔端头的槽壁进行检测，有利于顺利吊放接头管（箱）并确定接头背面的填料数量。

4 接头管（箱）吊放时可能偏斜，过大偏斜会大大增加起拔阻力，且不能保证接头槽孔的质量，所以确定吊放接头管（箱）

的偏斜率。

5 因在施工过程中接头管直接与混凝土面接触，其接头部位难免有混凝土的侧漏，使接头管与混凝土面接触产生很大的握裹力，起拔设备能力应该满足破坏其握裹力，顺利拔出接头管的要求，否则将会产生接头管拔不出来或拔断的情况，严重影响钢筋混凝土地下连续墙的工程质量。在拔接头管（箱）过程中，时间应计算得十分准确，拔管机不能出现故障，为防万一，应有备用设备。

6 根据多个工程的经验，正常情况下接头管（箱）的起拔阻力为 $0.3\text{t/m}^2 \sim 0.5\text{t/m}^2$ ，可根据此参数确定起拔阻力，安全系数可选取2~3。使用拔管机起拔接头管（箱），抗压力同样向下作用于导墙上，导墙又坐落于土体上，因此观测导墙和其附近土体的沉降和位移是保证正常起拔接头管（箱）的前提。

7 正确确定接头管（箱）开始起拔时间，是该施工成败的关键。开始起拔时间过早，会引起没有初凝的混凝土的流动而侵入管（箱）内和下一个槽段，造成管（箱）内铸入混凝土和下一槽段施工困难。开始起拔时间过晚，会引起接头管（箱）起拔困难，严重时会造成接头管（箱）滞留于墙体中造成严重质量事故。按国内外的施工经验，接头管（箱）开始起拔的时间应在混凝土初凝之后进行，普通混凝土一般控制在贯入阻力的压强在 $0.3\text{MPa} \sim 3.5\text{MPa}$ 之间进行。对于一些具体工程，除了依据混凝土的初凝时间之外，还要考虑气温状况、周围情况及土层特性、混凝土配合比、混凝土面上升速度、接头管（箱）埋深等因素，通过试验来确定开始起拔接头管（箱）的时间。

接头管（箱）匀速缓慢拔出槽孔是为了防止破坏接头处混凝土或上一槽段外伸的钢板；

8 如不能及时用泥浆或填料充填接头孔部分，往往会导致强度很低的混凝土坍塌，接头孔周围的土体也可能在地下水的作用下塌入孔内。

9 在拔管（箱）施工中，应根据混凝土灌注记录做好起拔接



头管（箱）的记录，严密地控制拔管（箱）时间和整个拔管（箱）过程，避免发生事故。

**8.2.3** 填充施工接头背后的土团袋必须采取措施密实，确保接头管（箱）在灌注混凝土时不位移，不然会影响相邻槽段的施工。

**8.2.4** 在混凝土灌注及成槽施工过程中，施工接头部位会粘附一些泥渣、混凝土、粘泥、土团袋等，若不清除会降低接头处的抗渗性能和结构强度，因此必须用特制的冲槽器冲掉接头部分或钢板内的附着物，然后用带钢丝刷子的刷壁器将接头部位洗刷干净。

## **8.3 橡胶止水接头**

**8.3.1** 橡胶止水接头的接头箱背面是平的，因此槽段端头越平，接头箱和槽段端头就贴得越密实，接头箱就越容易剥离，并能更有效防止混凝土绕流，有利于保证接头质量，因此液压抓斗要用方斗，使开挖的槽段端头形状和接头箱形状尽量保持一致。

**8.3.4** 固定支架的放置主要是为了确保接头箱的垂直度。橡胶带和橡胶止水接头箱固定既要牢固，以保证在起吊和下放接头箱过程中橡胶带不会掉落，也不能过于牢固，否则在剥离接头箱过程中会破坏橡胶带。因此采用木楔等临时固定橡胶带的方式比较可靠。

**8.3.5** 接头箱分段平接后，整根入槽，侧向剥离接头箱后，接头箱不需要分段拆开，可以直接将吊起的接头箱安放到新做的接头处。

顶拔橡胶止水接头箱会破坏橡胶带，而且橡胶止水接头箱的取出方式、时间和接头管不一样，接头管是在混凝土浇灌完成后，相邻槽段未开挖时拔出，而橡胶止水接头箱是混凝土浇灌完成后不马上被取出，而是相邻槽段完成成槽，且清孔换浆后再取出，如果采取拔的方式会破坏接头箱和橡胶带，所以必须采用侧向剥离的方式。

橡胶止水接头箱在开挖完成后才剥除，新鲜且完整的混凝土面绝非普通工法事后清理所能比拟的，且开挖完成后立即开始清

孔换浆，将膨润土泥浆全部换成新鲜泥浆，使泥皮附着在接缝的机会近乎为零，这能够极大提高地下连续墙接缝的止水效果

侧向取出橡胶止水接头箱步骤如下：

(1)地下连续墙槽段混凝土浇灌 24h 后，可以施工相邻槽段，在该相邻槽段成槽完成且清孔换浆后，接头处的橡胶止水接头箱可以被剥离；

(2)对于没有安装侧向千斤顶的橡胶止水接头箱被侧向剥离时，可用挖掘机沿已经开挖完成的槽段方向顶推橡胶止水接头箱 2m 宽左右，随后复位，再次顶推，直到橡胶止水接头箱被完全剥离，然后用起重机将橡胶止水接头箱吊离；

(3)在抓斗端部两侧安装专用扣耳，使扣耳能够扣住橡胶止水接头箱两侧翼缘，使扣耳楔入橡胶止水接头箱和接头混凝土之间，在成槽机械的作用下，上下冲击下放，将橡胶止水接头箱从接头处分离，然后用起重机械将接头箱吊离；

(4)对于安装有侧向千斤顶的橡胶止水接头箱被侧向剥离时，首先从上至下将安装在橡胶止水接头箱内的千斤顶依次顶出，观察并确认橡胶止水接头箱和接头脱离，再收回所有千斤顶，然后用挖机沿槽段开挖方向顶推橡胶止水接头箱，随后复位并再次顶推，直到确认橡胶止水接头箱完全和接头脱离，最后用起重机将橡胶止水接头箱吊离。

## **8.4 十字钢板接头**

**8.4.1** 不同厚度地下连续墙十字钢板止水板长度和钢板厚度都不一样，地下连续墙厚度越厚，止水板长度越长，钢板也要越厚，从而可以保证止水要求。

**8.4.2** 十字钢板配合接头箱可以抵抗混凝土压力，防止墙体倾斜、发生位移及防止混凝土绕流而影响下一槽段施工，采用两片独立式接头箱。施工时需按设计图施工，且满足钢结构施工质量验收标准。如发生混凝土绕流，会使后浇段混凝土与型钢之间的粘结不够牢固，并形成渗水通道，从而导致接头漏水，因此需做好防

绕流措施。防绕流措施包括型钢焊接要牢固、在接头两侧包裹铁皮、在接头位置进行填碎石等。

**8.4.3** 如槽底土层过硬，则十字钢板无法插入槽底，可使十字钢板与槽底平齐，但必须在十字钢板背侧回填袋装碎石，再安放反力箱将袋装碎石压实，防止混凝土从十字钢板底部绕流。

## **8.5 工字钢板接头**

**8.5.3** 当工字钢接头的地下连续墙深度超过 35m 时，由于受接头垂直精度的影响，安放的接头管(箱)无法保证全部镶嵌在工字钢的凹槽内，在接头局部位置无法为工字钢提供反力，也无法挡住混凝土绕流，一旦混凝土或水泥浆绕流到工字钢背侧则很难处理，会增加接头渗漏水的风。因此较深的工字钢接头地下连续墙需采取回填袋装碎石和安放接头管(箱)结合的措施，如 40m 深工字钢接头的地下连续墙接头上部 30m 安放接头管(箱)，下部回填袋装碎石。

如果在工字钢接头背侧回填袋装碎石，并用铣槽机成槽时，袋装碎石的编织袋易堵塞铣槽机吸砂口和浆管，导致无法正常铣槽，因此建议当用铣槽机成槽的工字钢接头地下连续墙时，可以采用回填泡沫的方法防止混凝土绕流，但安装泡沫需做好防浮措施。

## **8.6 套铣接头**

**8.6.1** 地下连续墙墙段连接防水接头采用“套铣法”，即在两个一期槽段中间下入一铣，也即在两个已经完成的一期槽段中间做一个二期槽段，在两幅中间形成止水的接缝。一期槽段的一边由铣槽机切割出粗糙的面，提供止水接头，所以确保切割厚度才能确保地下连续墙接头达到止水要求。

地下连续墙越深，切割混凝土厚度越厚，这样才能保证地下连续墙接头止水效果。

**8.6.3** 确保切割面和钢筋笼之间保持足够的距离可以避免铣槽机铣槽过程中切割到钢筋，因为铣槽机一旦切割到钢筋将造成铣槽困难、泥浆管堵塞、铣槽机齿轮箱损坏，甚至会造成成槽失败。

**8.6.4** 钢筋笼限位块的设置主要用来防止在二期槽段开挖时，铣槽机对钢筋笼的切削破坏。

**8.6.5** 导向插板用于套铣一期槽段，或二期槽段开挖时铣槽机的定位及垂直度控制。混凝土浇筑时可能对导向插板造成挤压，导致其移位，因此必须采取有效措施固定其位置。套铣接头有如下优点：施工中不需要其他配套设备；可节省材料费用，降低施工成本；无预挖区，且可全速灌注无绕流问题，确保接头质量和施工安全性；挖掘二期槽段时可铣掉两侧一期槽段已硬化的混凝土，并在浇筑二期槽段时形成水密性良好的混凝土套铣接头。

**8.6.6** 两侧一期槽段完成混凝土浇灌的时间在满足本条规定的同时，两侧一期槽段的混凝土强度需相差不大。

## **9 钢筋笼制作与吊放**

### **9.1 钢筋笼制作**

**9.1.2** 钢筋笼的结构尺寸不仅要根据墙体应力应变计算的结果，还应充分考虑到钢筋混凝土地下连续墙施工工艺，方便施工，确保墙体的整体质量，从而使钢筋笼真正发挥作用。钢筋笼的外形尺寸指的是其长、宽、厚的尺寸，也包括其横断面的形状（矩形或两端为正反弧形）、钢筋笼的分节数量。

**9.1.3** 本条款强调的是必须分节制作钢筋笼时需要注意的事项，预拼装有利于提高钢筋笼的加工精度，减少槽口对接难度。但这种方法对场地及制作平台要求较高，本节还提出了决定钢筋笼分节长度的几个主要因素，总的要求是分节数量越少越好。

**9.1.4** 本条款是为了保证墙体钢筋有足够的保护层厚度和钢筋笼在起吊过程中不变形。钢筋笼外有足够厚度的保护层，除了为防止钢筋被侵蚀，也是为了留有足够的流散净宽，以有利于混凝土扩散，保证灌注质量。钢筋笼保护层垫件宜用钢板制作，其厚度

符合设计保护层厚度，垫块在垂直方向间距以4~6m左右为宜，水平方向每层应不少于两块。

当遇到淤泥层较厚时，在钢筋笼吊放及浇灌混凝土时地表层超载及偏载现象严重，槽内的混凝土尚未灌注，槽壁受挤压力会挤向钢筋笼，紧贴钢筋笼，导致混凝土不能包裹住钢筋笼，开挖后会出现钢筋混凝土地下连续墙露筋现象；另外，在遇到粉细砂层、粉土层等层位时也会出现较大面积露筋现象。其原因较多，一方面有地下水作用的影响，即当混凝土灌注完成后尚未凝固之前，水分子及各种阴离子、阳离子与水泥颗粒之间存在吸附、冲刷、置换等作用使水泥从混凝土中分离出去；另一方面是较厚的槽孔底部沉渣在混凝土上升过程中在粉细砂层、粉土层等层位遇到较大阻力，致使沉渣填充在了槽壁与钢筋笼中间，混凝土不能完全包裹住钢筋笼；第三是墙面露筋与灌注混凝土的坍落度也有关系，混凝土的坍落度大，沉渣较厚的情况下发生露筋的程度也越大。

**9.1.5** 楔型底部钢筋可在钢筋笼吊放过程中起导向作用。钢筋笼下端距槽孔底部一般不小于500mm，是为了保证钢筋笼吊放就位后呈悬挂状态，也是保证钢筋保护层厚度的措施之一。

**9.1.6** 本条规定的目的是为了顺利地下设和起拔灌注混凝土的导管，防止导管被钢筋笼卡住，同时也有利于混凝土的扩散。

## **9.2 吊 装**

**9.2.2** 考虑到槽孔和钢筋笼的施工精度，便于钢筋笼吊放，同时又考虑到灌注时混凝土易于流动和扩散，对钢筋笼这一外形尺寸作了明确的规定。因起重能力所限，每个槽段也可并列下设2个钢筋笼。

**9.2.4** 在这里强调吊点验收是因为近年来的一些工程项目中，钢筋笼越来越重，在吊装过程中安全问题日益突现。对超重超长的钢筋笼可分段进行吊放，对于较长的钢筋笼即采取“两点法”或“三点法”原则进行吊放：“两点法”或“三点法”是指用主一辅一两吊机

或主一辅二三吊机采用双钩（主一、副一钩）或三钩（主一、副二钩）在钢筋笼上部和中、下部同时起吊，然后在空中将钢筋笼翻转成垂直状的方法，它适用于尺寸大、重量大的钢筋笼，可减小其变形。钢筋笼制作完成后，由于工人疏忽里面容易留有短钢筋或其他杂物，在钢筋笼吊起来时从钢筋笼上掉下来形成安全隐患，所以应做细致检查。

**9.2.8** 在吊放钢筋笼过程中不应产生不可恢复变形是为了使钢筋笼能够顺利入槽，防止因变形而使墙体钢筋裸露，强行入槽会引起钢筋笼的变形和损坏，破坏槽壁产生沉渣；若钢筋笼不能顺利插入槽内应重新吊出，查明原因，加以解决；如有障碍物必须清理干净，决不允许随意切割钢筋笼，这样将引起很严重的后果。

钢筋笼长度是经过设计计算后得出来的，是承受应力和抗剪切力的主体，切割钢筋笼将导致钢筋混凝土地下连续墙的受力情况发生改变，引起质量和安全事故。所以在成槽施工结束后，当吊放钢筋笼在槽孔中不能顺利就位时，不能反复提放钢筋笼，否则会造成严重后果：一方面会导致钢筋笼焊接点开焊，甚至于钢筋笼解体；另一方面反复提放钢筋笼时将刚蹭槽壁引起槽壁失稳并同时有大量泥渣掉入槽底，严重时可能导致局部坍塌事故发生；第三点，用吊车猛拽钢筋笼时也存在着巨大的安全隐患，这种行为属于违章作业，因此严禁“削足适履”切割钢筋笼。正确的做法是：当吊放钢筋笼遇阻时，说明槽孔质量不合格，应将钢筋笼提出槽孔，重新用成槽机进行修槽，将障碍物等清除直至槽孔精度达到质量要求，能够顺利将钢筋笼吊放到位为止。

## 10 混凝土灌注与墙底注浆

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 本条规定，是根据天津地区地质情况制定的。

**10.1.2** 钢筋混凝土地下连续墙灌注混凝土采用导管法，在泥浆中灌注混凝土，坍落度通常选为180mm~220mm，以便顺利灌注混凝土。

### 10.2 混凝土灌注

**10.2.1** 本条款中给出了导管一般使用要求，混凝土灌注导管的直径过小容易发生堵管事故，并造成回浆流量变小甚至引发严重的质量事故，故在选择导管直径时应注意它与最大骨料粒径的匹配关系，国内外某些同类规范规定导管直径不小于最大骨料粒径的6倍，根据天津地区的具体情况规定导管内径以200mm~300mm为宜。

**10.2.2、10.2.3** 本条对导管平面布置做了规定，只要混凝土的施工性能和导管埋深满足要求，导管布置在本条建议的范围内，灌注质量是能够得到保证的。导管底部至槽孔底部的距离较小时，不利于导管内泥浆及混凝土排出，易发生堵管事故；若导管底端距槽底超过500mm，在混凝土供应不及时的情况下，会造成返浆、混浆事故。实际操作方法是，下放导管时，先测量槽孔深度，计算出导管下设长度，使导管距槽孔底部在300mm~500mm之间，将导管安放在槽口的灌注平台上。

**10.2.4** 浇筑混凝土应符合规定

1 钢筋混凝土地下连续墙混凝土在泥浆中用导管灌注，单个槽孔必须一次连续灌注完。否则槽孔内混凝土的流动性将大幅度下降，不但造成灌注困难，容易发生堵管事故，而且对成墙质量会产生不利影响。

4 一般来说，提高混凝土面上升速度有利于保证混凝土灌注质量，国外有的规范规定为不小于3m/h，虽然国内不少工程已达到或超过了这个标准，但考虑到当前施工水平参差不齐，仍规定

为不小于2m/h。正常情况下以大于2m为宜，在实际工程中导管最大埋深为6m。

按规定准确测量混凝土面深度，可预防或及时发现灌注事故。槽孔内混凝土面高差不大于 300mm 是为了保证混凝土面能均匀上升，防止上部被泥浆污染的混凝土和泥渣卷入墙体混凝土中，造成墙体混凝土质量缺陷。

6 本条给出了灌注混凝土充盈系数的控制规定，计算内容应包括墙顶超灌高度在内，充盈系数均应大于最小值，小于或等于最大值。

7 混凝土从导管外掉入槽孔内将影响到泥浆的性能，并造成浮浆层增厚而影响到钢筋混凝土地下连续墙墙顶混凝土的强度，因而在施工中需特别注意。

灌注时，随着混凝土灌注顶面上升的水泥浆及沉渣浮在混凝土顶面上，由于泥浆与混凝土的接触使顶面混凝土性能产生劣化，为了保证其墙体质量，要求在混凝土顶面的设计标高以上再超灌不小于墙厚的高度，以确保凿除浮浆层及劣质混凝土后，其墙体混凝土强度等级达到设计要求。

## **10.3 墙底注浆**

**10.3.1** 墙底注浆由设计单位根据上部荷载和使用功能确定，天津地区地层属第四系地层，地质条件比较复杂。从北至南多由洪积相、洪积-冲积相、冲积-海积相、海积相组成。洪积相、洪积-冲积相地层多。按类别划分为软土地基，持力层的承载能力较弱。当钢筋混凝土地下连续墙作为永久性结构使用时，建筑物会对沉降要求很高，而在钢筋混凝土地下连续墙施工时，如果清槽不彻底造成沉渣超标时，在灌注混凝土时会有少部分沉渣留在槽孔底部，采用墙底注浆技术可以让钢筋混凝土地下连续墙底部残留的沉淀物固结成较硬的物体，阻止钢筋混凝土地下连续墙下沉。

### **10.3.9 注浆宜分次进行**

1 此时输通注浆管不需要较高的压力，易于施工，而且混凝



土已凝固，不会再堵塞注浆管了。在成墙 2d 后方可进行注浆施工，这样做是为了防止注浆时高压浆液对墙体产生破坏，并且此时注浆可达到最佳效果。

**2** 注浆量与钢筋混凝土地下连续墙的墙宽、地质条件有关。一般由设计单位根据地质条件和使用要求等多方面因素最终确定。

**10.3.10** 注浆施工过程中，应经常对注浆的各项工艺参数进行检查，发现异常应采取相应措施。当注浆量达不到设计值时，应根据工程具体情况采取相应措施。

# 11 预制地下连续墙

## 11.1 一般规定

预制地下连续墙是近年来发展的一项新技术，目前已经推广应用于地下二层地下室。预制地下连续墙与现浇地下连续墙相比，具有以下特点：①施工可控性强，施工质量好。由于分幅墙段是在工厂或现场地面预制，其墙体混凝土浇筑质量、墙段外形尺寸及埋件位置均易于控制。另外墙缝采用接头桩处理和墙槽缝隙采用压密注浆填充加固，墙体的结构性能和抗渗性均较好；②施工效率高，施工周期短。由于墙段预制及养护不占用工期，且其可连续成槽、连续吊放墙段。因而工效提高，工期缩短；③节约材料。由于墙体预制外形规整，无充盈系数，且预制墙段为空腹构件。

**10.1.1** 对单幅预制墙段的长度和幅宽作规定，基于以下因素：

1 控制构件的长细比，使墙段在起吊过程中产生的内力小于墙体的设计容许值。目前预制墙段厚度一般为580mm~780mm，小于25m 的长度是较适宜的。

2 控制构件重量，使吊放墙段的起重机选型较经济合理。

3 基于满足以上1、2点的原则，使预制墙段的幅宽尽可能宽，以减少接头数量，根据工程实践，幅宽3m~4m较为适宜。

**10.1.3** 本条对预制地下连续墙成槽特殊性作了规定：

1 预制地下连续墙不必像现浇地下连续墙那样采用隔幅成槽成墙的施工工艺。根据预制地下连续墙施工工艺，适宜采用连续成槽、连续吊放墙段，并吊放若干段后再进行接头桩和压密注浆施工，故作此规定。

- 2 成槽深度落深100mm~200mm。考虑槽底铺垫碎石加固。
- 3 若成槽与吊放墙段的时间间隔较长,可对护壁泥浆的比重、粘度指标适当提高。

## **11.2 墙体制作**

**10.2.1** 目前预制墙段一般都在工厂制作,考虑场地条件限制,可以叠层制作。叠层数限制是综合考虑了地基承载力以及制作时的适宜操作高度等因素。

**10.2.4** 预制墙段为空腹构件,混凝土须水平分层连续浇筑。同时为保证浇筑连续,不留施工缝,因而对放置芯模的时间间隔作了规定。另外,单幅预制墙段的混凝土量一般不大于 $30\text{m}^3 \sim 50\text{m}^3$ ,故其检测频率按单幅墙段计。

**10.2.5** 为便于预制墙段的安放,预制墙段的宽度、厚度和平整度均作负偏差规定。

## **11.3 墙体运输和堆放**

本节对预制墙段的堆放和运输的相关要求作了规定。

## **11.4 墙体吊装**

**10.4.1** 本条是对预制墙段安放前上道工序的要求:

- 2 规定槽底回填碎石并高出墙段的埋置底标高,考虑在预制墙段自重作用下,压实碎石对槽底起到加固作用。

- 3 预制墙段安放的位置和垂直度是由两搁置横梁来控制的,因此搁置横梁设置位置和标高准确至关重要。预制墙段的垂直度由搁置面的水平度来控制的,而搁置面的水平度不仅与搁置横梁设置的高差有关,也与预制墙段的搁置点的实际位置尺寸有关,因此搁置面的水平度控制必须将两者结合起来。实际操作时,应先实测预制墙段搁置点的位置尺寸,然后对号入座,进行搁置横梁安装的标高及高差控制。

**10.4.2** 本条是预制墙段安放顺序的规定，并对预制墙段安放闭合位置进行了规定。由于墙缝接头桩混凝土施工可能造成预制墙段底端走动，除应采取措施防止走动外，对实际可能产生的走动和预制墙段位置变化，在闭合幅安放前进行实测，并作相应调整，保证闭合幅顺畅安放。

**10.4.3** 本条是预制墙段起吊和安放的规定：

1 预制墙段一般处于平面外位置起吊，而平面外墙段相对比较长细，故应对起吊过程墙段跨中弯矩进行计算，并校核起吊产生的内力和挠度产生的裂缝是否满足设计要求。

2 预制墙段起吊后应持铅垂状态，便于墙段入槽安放。墙段一般采用端头两点吊，两吊点交点须在墙段的重心线，其中一吊点处设微调索，以调整起吊后的预制墙段至铅垂状态。

3 预制墙段由水平状回直时，起重机起升时，其起重吊钩应沿其回直方向移动(或行走，或起把杆)，避免根部拖行或着力过大。

## **10.5 接头施工**

**10.5.1** 预制墙段间的墙缝处理是预制地下连续墙的施工关键之一。其作用：①连接各墙段，使墙段连成整体；②止水抗渗；③墙段安放的调整间隙。墙缝接头采用现浇钢筋混凝土，其可以起到上述三方面作用。墙槽缝隙需填充，墙体与槽壁间的摩阻力需恢复和提高，压密注浆可以起到上述作用。故本条规定采用钢筋混凝土接头进行墙缝和墙槽缝隙处理。

**10.5.4** 本条是预制墙段墙缝接头施工的规定：

1 接头桩相对集中施工基于以下原因：

1) 预制墙段已安放，槽壁无不稳定之虞；

2) 有利于各种作业叉开施工；

3) 多幅墙段根部挤密，可减少接头桩混凝土施工对墙段根部的挤动。

2 本次修订的增加条款。接头混凝土一次浇筑到顶，会对相邻的已安装的预制墙体造成较大挤压而走动。接头混凝土分两次浇筑，第一次浇筑一定高度的混凝土并终凝后进行第二次混凝土浇筑，这样可以避免或减少接头混凝土浇筑时的挤压影响，防止预制墙体的走动。另，第一次浇筑高度规定在基坑开挖面以下5m，可以不影响开挖面以上墙体接缝的抗渗性能。

## 12 质量检测与工程监测

### 12.1 成槽质量检测

**12.1.1** 钢筋混凝土地下连续墙成槽作为主要的施工工序之一，目前国家和行业的施工验收规范中，均明确要求对其进行质量检测。

**12.1.2** 为确切反映成槽质量，检测数量应有一定的比例，具体数量应根据建（筑）筑物的重要性、地基基础等级、地质条件复杂程度等因素确定。本规程确定作为永久结构使用的钢筋混凝土地下连续墙成槽应100%进行检测；作为临时结构使用的钢筋混凝土地下连续墙成槽可抽测总槽段数的20%。

**11.1.3** 本规程第7.0.5节中规定“钢筋混凝土地下连续墙施工前，宜选一槽段试成槽，以检验成槽机的性能、泥浆的配合比并复核地质资料”。对试成槽进行检测，如果测得的槽孔垂直度、槽宽、槽深、槽壁稳定性和回淤沉渣等现场实测指标不符合设计要求时，应拟定补救技术措施或重新考虑施工工艺。异型槽槽段种类较多，如“L”型、“T”型、“Z”型等，成槽施工时难度大，要求精度高，应进行全部检测。

**12.1.4** 超声波法成槽检测时，检测探头悬浮于泥浆中，与槽壁不发生接触，属非接触式检测方法。泥浆是超声波传播的介质，泥浆的重度、粘度及含砂量等性能指标直接影响超声波的传播性能。以往曾经出现过泥浆过稠，将探头完全封闭，造成根本没有检测信号的现象，因此，检测时槽孔内泥浆性能应满足仪器使用的要求。

**12.1.5** 槽孔在刚完成时，槽孔内泥浆略微波动，形成很多气泡，容易屏蔽超声波探头，降低检测精度。因此，应该在槽孔内气泡基本消散后再进行检测。

**12.1.6** 钢筋混凝土地下连续墙施工中施工接头非常重要，若接头管（箱）拔出过早，混凝土未完全初凝，便容易侧向鼓出或坍塌，造成相邻槽段施工困难以及吊放钢筋笼遇阻等情况发生，所以必要时应对槽段端头部位进行检测。

本规程规定一个标准单元槽段成槽检测不少于3个断面，是基于目前成槽机液压抓斗开度一般为2.8m，两抓即为5.6m，中间一抓一般为0.6m~2.0m，成槽质量主要取决于前两抓；检测时每一抓的部位都有一个检测点，而对于一些非标准单元槽段检测断面数量依设计要求进行。

**12.1.7** 钢筋混凝土地下连续墙成槽检测属第三方检测，由于工程需要，现场应及时提交检测结果。检测结果表中，应该有现场检测技术人员的亲笔签字，代表检测单位对检测结果负责，否则无效。为了保证检测结果的准确无误，检测结果表除了有一名检测技术人员签字以外，需要有其他检测技术校核签名。完整的检测报告内容，应便于有关部门对检测工作的技术质量进行监督和检查，有利于检测质量控制，有利于对所测槽孔质量进行综合评价。

## **12.2 墙体质量检测**

**11.2.2** 本条款给出了对钢筋混凝土地下连续墙混凝土墙体进行检测的方法，声波透射法是对钢筋混凝土地下连续墙混凝土墙体质量进行检测的有效方法；此方法是利用超声波的透射原理对钢筋混凝土地下连续墙墙体混凝土介质状况进行检测，经过实测经验表明，声速的变化规律较强，反映了墙体混凝土的均匀性，能够直观地反映出墙体混凝土的内部缺陷，如夹泥、孔洞、不密实区域等。当钢筋混凝土地下连续墙作为临时结构使用时，实施超声波检测的槽段数可减为全部槽段数的10%。

**11.2.5** 钻孔取芯法是钢筋混凝土地下连续墙墙体混凝土质量检测中最为直接的检测方法，对墙体混凝土的强度、抗渗性能等检测非常有效，并能反映出混凝土的孔洞、夹泥、不密实等现象，此方法可与超声波检测结果相互验证。但受钻孔位置和数量的限制，其检测结果存在着片面性，这种检测方法对钢筋混凝土地下连续墙的墙体带来了一定的破坏性，钻后经处理后亦成为一种隐患。

## 13 工程验收

**13.1~13.5** 描述了成槽、清槽、接头管（箱）吊拔、钢筋笼制作与吊放、混凝土灌注各工序的检查验收内容。



## 14 质量缺陷处理

**14.0.2** 近年来钢筋混凝土地下连续墙施工已在工业与民用建筑、市政、地铁、港口工程等领域广泛应用，从临时支护结构已发展成为集挡土、承重、防水(渗)于一身的结构墙。此前的钢筋混凝土地下连续墙工程一般作为辅助工程，很少走竣工验收这一程序，以后可把钢筋混凝土地下连续墙工程作为一分项工程来验收，由建设单位组织各方共同验收。

施工完钢筋混凝土地下连续墙后一般都要开挖基坑，其钢筋混凝土地下连续墙墙体的垂直度、墙面的局部突起、轴线位移等都会影响到基坑内部结构的空間，墙体质量是基坑开挖后的安全保证，墙面漏水情况会影响到基坑内其他工序的进行，这几项内容都是非常重要的，可作为主控项目来进行验收。

**14.0.4** 钢筋混凝土地下连续墙接头部位是两个槽段相连接的部分，如果相邻两个槽段垂直度符合规范要求。但偏差方向、偏差程度不一致，那么接头处的两段墙体则形成错位，接头部位变薄，使接头部位的强度和抗渗性能都受到影响，因此才有此规定。

接头部位由于刷洗不彻底或灌注过程中混凝土的流动而将沉渣带至接头处，而使墙体接头处产生漏水现象，是钢筋混凝土地下连续墙的薄弱部位，验收前要采取措施对漏水处进行处理。漏水在很多工程中是普遍存在的，一般漏水现象描述使用的术语和定义如下表所示：

序号	术语	定 义
1	湿渍	地下混凝土结构背水面呈现明显色泽变化的潮湿斑
2	渗水	水从地下混凝土结构内表面渗出，在背水的墙壁上可观察到明显的流挂水膜范围
3	水珠	悬垂在地下混凝土结构背水顶板（或侧面）的水珠，其滴落间隔时间超过1min称水珠现象
4	滴漏	地下混凝土结构背水顶板（或侧面）渗漏水的滴落速度每分钟至少1滴，称为滴漏现象

5	线漏	指渗漏成线或喷水状态
---	----	------------

产生漏水原因分析：

湿渍主要是由混凝土密实度差造成毛细现象或由混凝土容许裂缝（宽度小于0.2mm）产生，在混凝土表面肉眼可见的“明显色泽变化的潮湿斑”。一般在人工通风条件下可消失，即蒸发量大于渗入量的状态。

渗水是由于混凝土密实度差异或混凝土有害裂缝（宽度大于0.2mm）产生的地下水连续渗入混凝土结构，在背水的混凝土墙壁表面肉眼观察到明显的流挂水范围，在加强人工通风的条件下也不会消失，即渗入量大于蒸发量的状态。

比较常见的处理措施：

对于不太严重的渗水、水珠、滴漏现象，可先由人工先清除杂质，凿去混凝土表面松动的浮浆，并将表面凿毛，用水清洗干净，然后采用水溶性聚氨酯堵漏剂与超早强双快水泥配合进行堵漏，或采用水玻璃加水泥调和堵漏。

对于较大的线漏，为防止出水口继续扩大，可采用导管引流的方法堵漏。首先对漏水处割缝、剔槽：即人工修出宽30mm~50mm，深100mm~150mm的凹槽，用清水冲洗干净漏水处的泥沙和浮浆；其次对沟槽进行凿毛、引流和封堵。具体做法是在接缝表面两侧100mm范围内凿毛，以增加外防水层和原混凝土的粘结力。凿毛后在沟槽处安入塑料管对漏水进行引流，并用封缝材料（即水泥掺和材料）进行封堵，封堵完成后待达到一定强度后，再选用水溶性聚氨酯堵漏剂，用注浆泵进行压力灌浆，待浆液凝固后，可将漏水现象止住，当漏水现象完全消失后再拆除注浆管，这样就能有效地解决钢筋混凝土地下连续墙线漏问题。

钢筋混凝土地下连续墙验收标准所指的漏水现象，仅指上表中所列第5种情况—线漏。不含上表中前4种（湿渍、渗水、水珠、滴漏）情况。

本条参照了《地下防水工程质量验收规范》GB50208。

14.0.5 由于钢筋混凝土地下连续墙采用泥浆下灌注混凝土的施工工艺，受各种地质条件和施工条件的影响，不可避免出现漏水、孔洞、露筋、蜂窝等情况，基坑开挖后应采取措施对影响下一工序施工的一些缺陷及时进行修补。

14.0.6 钢筋混凝土地下连续墙墙体的允许偏差是参照《建筑地基基础工程质量验收规范》GB50202和《港口工程地下连续墙结构设计施工规程》JTJ303综合制定的。

## 15 绿色施工

本章对地下连续墙施工中涉及职业健康安全、环境保护以及绿色施工的有关技术和措施提出了针对性规定，有助于更好地落实安全生产、环境保护、文明施工相关法律法规的要求。